

விலங்கியல்

மேல்நிலை
முதலாம் ஆண்டு

தொகுதி II

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

விலங்கியல்

தொகுதி II

மேல் நிலை — முதலாம் ஆண்டு

தீண்டாமை : மனிதத்தன்மையற்ற செயல்
ஒரு பாவச்செயல்
ஒரு பெருங்குற்றம்

தமிழ்நாட்டுப்
பாடநூல் நிறுவனம்
சென்னை.

திருத்திய பதிப்பு—1983

குழுத் தலைவர்
டாக்டர் இராமலிங்கம்,
பேராசிரியர் விலங்கியல் துறைத்தலைவர்,
சென்னைப் பல்கலைக் கழகம்,
சென்னை-600 005.

நூலாசிரியர்கள்

பேரா. பி. எம். அண்ணாமலை,
விலங்கியல் துறைப் பேராசிரியர்,
அரசு கலைக் கல்லூரி,
கோயம்புத்தூர்.

பேரா. கமலாகர ராவ்,
விலங்கியல் துறை,
பச்சையப்பன் கல்லூரி,
சென்னை-600 031.

பேரா. கே. பி. சுப்பிரமணியம்,
விலங்கியல் துறைப் பேராசிரியர்,
விவேகானந்தர் கல்லூரி,
சென்னை-600 004.

மறு ஆய்வுக்குழு உறுப்பினர்கள்

பேரா. என். பி. கல்யாணம்,
ப.மே. பேராசிரியர் & விலங்கியல் துறைத் தலைவர்,
பச்சையப்பன் கல்லூரி,
சென்னை-600 031.

பேரா. ஜே. பி. பாலசிங்,
விலங்கியல் துறைப் பேராசிரியர்,
பச்சையப்பன் கல்லூரி,
சென்னை-600 031.

பேரா. (திருமதி) கிருஷ்ணவேணி நாராயணன்,
விலங்கியல் துறைப் பேராசிரியை,
அரசு மகளிர் கலைக் கல்லூரி,
சென்னை-600 001.

விலை : ரூ. 2.30

இந்திய அரசு சலுகை விலையில் வழங்கிய 60 ஜி.எஸ்.எம். தாளில் இந்நூல் அச்சிடப்பட்டுள்ளது.

அச்சிட்டோர் :
ஜெயமாலிகா அச்சகம், சென்னை-600 032

பொருளடக்கம்

15. கழிவு நீக்க–இனப்பெருக்கத் தொகுப்பு

கழிவு நீக்க இனப் பெருக்கத் தொகுப்பு எனப்படுவது இரு உறுப்புத் தொகுப்புகள் அடங்கியது. ஒன்று கழிவு நீக்கத் தொகுப்பு அல்லது சிறுநீர்த் தொகுப்பாகும் (Excretory or Urinary System). மற்றொன்று இனப் பெருக்கத் தொகுப்பாகும். (Reproductive or Genital System). இவ்விரு தொகுப்புகளும் அவற்றின் வளர்ச்சி, அமைப்பு, செயற்பாடு ஆகியவற்றில் மிக நெருங்கிய தொடர்பு கொண்டிருப்பதால் 'கழிவு நீக்க-இனப்பெருக்கத் தொகுப்பு' என்னும் ஒரே தொகுப்பாகக் கொள்ளப்படுகின்றன.

வளர் சிதை மாற்றத்தால் உண்டாக்கப்படும் கழிவுப் பொருள்களை உடலிலிருந்து வெளியேற்றுவதே கழிவு நீக்கத் தொகுப்பின் வேலையாகும். இது இரத்தத்திலுள்ள பொருள்களின் சரியான அடர்த்தியை நிலை பெறச் செய்து, இவ்வடர்த்தியையும் மீறி காணப்படும் பொருள்களை நீக்குகிறது. சிறுநீரகங்களே முக்கிய கழிவு நீக்க உறுப்புகளாகும். சிறுநீரகங்கள் நெஃப்ரான்கள் (Nephrons) என்னும் அலகுகளால் ஆக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சிறு நீரகங்களைத் தவிர, நுரையீரல்கள், தோல், கல்லீரல் ஆகியவையும் கழிவு நீக்க உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன.

மடவை

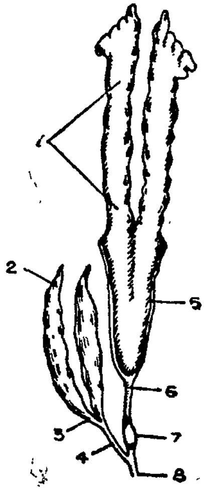
சிறு நீரகங்கள், சீரணத் தொகுப்பிற்கும், முதுகெலும்பிற்கும் இடையில் இடம் பெற்றிருக்கின்றன. இவையிரண்டும் பிற் பகுதியில் இணைந்து காணப்படும். இவற்றிலிருந்து வெளிவரும் சிறுநீர்க் குழாய்கள் இரண்டும் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு பொதுக் குழாயாகின்றது. இது பிற் பகுதியில் விரிவுற்று சிறுநீர்ப் பையாகிறது. பின்னர் கழிவு நீக்க-இனப் பெருக்கப் பைக்குழிவுக்குள் திறக்கின்றது. இப்பைக் குழிவு மலவாய்க்குப் பின்னால் வெளித் திறக்கிறது.

ஆண் மீனில் இரு நீண்ட விந்தகங்கள் உண்டு. ஒவ்வொரு விந்தகத்திலிருந்தும் ஒரு விந்து நாளம் தோன்றுகிறது. பின்னர் இரண்டும் ஒன்று சேர்ந்து ஒரு பொது நாளமாகி, கழிவு நீக்க இனப் பெருக்க பைக் குழிவினுள் திறக்கும்.

பெண் மீனில் ஓரிணை அண்டச் சுரப்பிகள் உள. பெரிய, பை போன்ற அமைப்புடைய இவை, உடற்குழியின் பிற்பகுதியில்

இடம் பெற்றுள்ளன. இரு அண்டச் சுரப்பிகளின் சுவரும் பிற பகுதியில் அண்ட நாளங்களாகத் தொடர்கின்றன. இவை பின்னர் கழிவு நீக்க-இனப் பெருக்கப் பைக்குழிவினுள் திறக்கின்றன.

அண்டங்களும், விந்தணுக்களும் நீரில் செலுத்தப்படுகின்றன. அண்டங்கள் மஞ்சட் கருவை மிகுதியாகக் கொண்டுள்ளன.



படம். 125
மடவை மீன் சிறு நீரக இனப் பெருக்க உறுப்புகள் (ஆண்)
1. சிறுநீரகம், 2. விந்தகம், 3. விந்துக் குழாய். 4. பொது விந்துக் குழாய். 5. சிறு நீர்க் குழாய், 6 பொது சிறு நீர்க் குழாய், 7. சிறு நீர்ப் பை, 8. சிறு நீர் இனப் பெருக்கப் புழை.

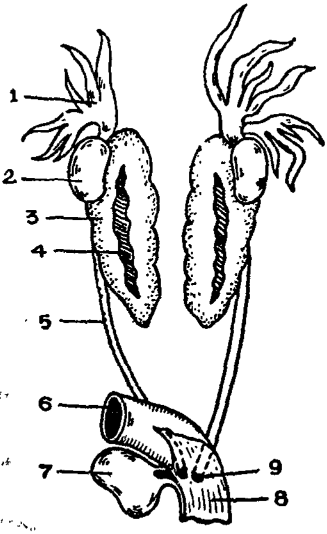
தவளை

தவளையில் ஓரிணைச் சிறுநீரகங்கள் உண்டு. இவைகருஞ் சிவப்பு நிறமுள்ள, சற்றே நீண்ட தட்டையான உறுப்புகளாகும். இவை, வயிற்றறையின் மையப் பகுதியில் முள்ளெலும்புத் தொடரின் இரு பக்கங்களிலும் முதுகுப் பக்க உடற் சுவருடன் இணைந்து காணப்படுகின்றன.

ஒவ்வொரு சிறுநீரகமும் வயிற்றுப் பக்கத்தில் உடற் குழிச் சவ்வினால் மூடப்பட்டிருக்கிறது. ஒவ்வொரு சிறு நீரகத்தின் வெளி விளிம்பிலிருந்தும் ஒரு மெல்லிய, ஒளி புகுந்தன்மையுடைய நாளம் கிளம்பி, பொதுக் கழிவுப்பாதையின் முதுகு பக்கத்திற்குச் செல்கிறது. இதுவே சிறுநீர்க் குழாய் (Ureter) எனப்படுகிறது. பொதுக் கழிவுப் பாதையின் வயிற்றுப் பகுதியில் சிறுநீர்ப்பை (Urinary bladder) என்னும் மெல்லிய சுவருடைய ஒரு பை திறக்கிறது. இதனுள் சிறுநீர் தற்காலிகமாக சேமித்து வைக்கப் பட்டுப் பிறகு பொதுக் கழிவாயின் வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது.

ஆண் இனப் பெருக்கத் தொகுப்பு (Male Reproduct ve System): இது ஓரிணை விந்தகங்களைக் கொண்டுள்ளது. இவை சிறிய மஞ்சள் நிறங் கொண்ட, நீண்ட உறுப்புகள். இவை விந்தக இடைச் சவ்வினால்' (Mesorchium) சிறுநீரகங்களின் முன் பக்க வயிற்றுப் பரப்புடன் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இச்சவ்வில் இடம் பெற்றிருக்கும் விந்தக நுண் நாளங்கள் (Vasa efferentia) என்னும் பல சிறு நாளங்கள் ஒவ்வொரு விந்தகத்தையும் சிறுநீரகத்துடன் இணைக்

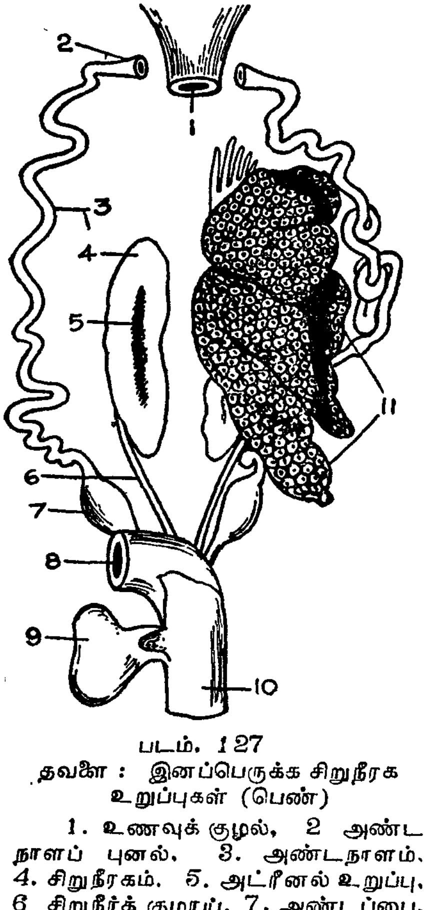
கின்றன. ஒவ்வொரு விந்தகமும் பல விந்தக நுண் குழல்களினுல் (Seminiferous tubules) ஆன தொகுப்பாகும். விந்தக நுண் குழல்களினுள்தான் விந்துக்கள் அல்லது விந்தணுக்கள் உருவாக்கப்படுகின்றன. இங்கு உருவாக்கப்படும் விந்துக்கள் விந்து நுண் நாளங்கள் வழியாக சிறுநீரகத்தினுள் செல்லுகின்றன. இங்கிருந்து இவை சிறுநீர்க் குழாய் வழியாக வெளிச் செலுத்தப்படுகின்றன. ஆகவே, ஆண் பிராணியில் சிறுநீர், விந்துக்கள் ஆகிய இரண்டையும் எடுத்துச்செல்ல சிறுநீர்க் குழாய் பயன்படுகிறது. ஒவ்வொரு சிறுநீரகத்தின் முன் முனையுடனும் ஒரு மஞ்சள் நிறமான, மிகவும் கிளைத்த கொழுப்புறுப்பு (Fat body) இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. கொழுப்புறுப்புகள் கொழுப்பு சேமிப்புறுப்புகளாகச் செயற்படுகின்றன. இவ்விதம் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ள கொழுப்பு தேவைப்படும் பொழுது பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம். 126
தவளை : இனப்பெருக்க சிறுநீரக உறுப்புகள் (ஆண்)
1. கொழுப்புடல்கள், 2. விந்தகம், 3. சிறுநீரகம், 4. அட்ரீனல் உறுப்பு, 5. சிறுநீர்க் குழாய், 6. நேர்க்குடல், 7. சிறுநீர்ப்பை, 8. பொதுக் கழிவறை, 9. சிறுநீர்க்குழாய் புழை.

பெண் இனப் பெருக்கத் தொகுப்பு (Female Reproductive System) : இது ஓரிணை அண்டப் பைகளையும் (Ovaries) அண்ட நாளங்களையும் (Oviducts) கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொர் அண்டப் பையும் ஒரு மெல்லிய சுவரையுடைய, மிகுந்த மடிப்புகளையுடைய பையாகும். இது ஒரு அண்டப்பைத் தாங்குச் சவ்வினுல் (Meso varium) சிறுநீரகத்தின் முன் பக்க வயிற்றுப் பரப்புடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. பருவத்திற்கேற்ப (Season) அண்டப்பையின் அளவு மாறுபடும். இனவிருத்தி காலத்தின் பொழுது அண்டப்பை பெரிதாகவும், எண்ணற்ற உருண்டையான அண்டங்களால் நிரப்பப்பட்டும் இருக்கும். அண்டங்கள் அண்டப் பைகளிலிருந்து உடற் குழியினுள் செலுத்தப்படுகின்றன. இங்கிருந்து இவை அண்ட நாளப் புனல்கள் (Oviducal Funnels) வழியாக அண்ட

நாளங்களினுள் நுழைகின்றன. அண்ட நாளங்கள் என்பவை மிகவும் சுருண்ட, வெண்ணிறக் குழாய்களாகும். இவை முதுகு பக்க உடற்சுவரினின்று சவ்வினுல் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கின்றன.



படம். 127
தவளை : இனப்பெருக்க சிறுநீரக உறுப்புகள் (பெண்)

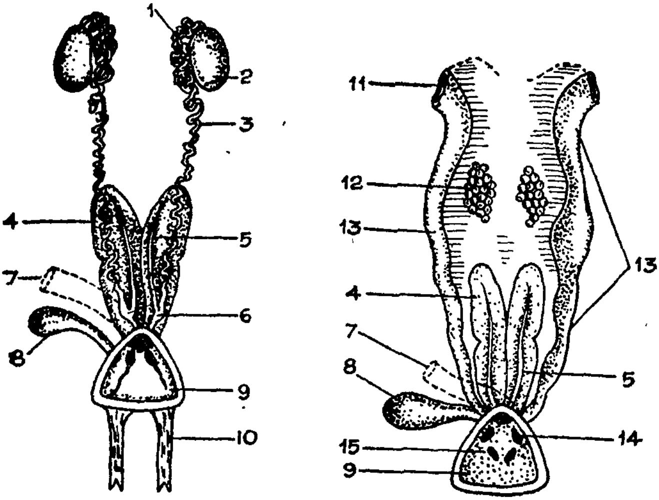
1. உணவுக் குழல், 2 அண்ட நாளப் புனல், 3. அண்டநாளம், 4. சிறுநீரகம். 5. அட்ரீனல் உறுப்பு, 6 சிறுநீர்க் குழாய், 7. அண்டப்பை, 8. நேர்க்குடல், 9. சிறுநீர்ப்பை, 10. பொதுக் கழிவறை.

அண்ட நாளப் புனல்கள் எனப்படும் அண்ட நாளங்களின் திறப்புகள் நுரையீரல்களின் ஆரம்பப் பகுதியினருகே உணவுக்குழலின் இரு பக்கங்களிலும் இடம் பெற்றிருக்கின்றன. இந்த நாளங்கள் முற்பகுதியில் மெல்லிய சுவரைக் கொண்டும் நேராகவும் (Straight) இருக்கின்றன. இடைப் பகுதியில் இவை சுரக்குந் தன்மை கொண்டும் (Glandular) சுருண்டும் இருக்கின்றன. பிற் பகுதியில் இவை மெல்லிய சுவரைக் கொண்டும் அகன்றும் உள்ளன. அண்டங்கள் அண்ட நாளங்கள் வழியே கீழிறங்கும் பொழுது. ஆல்புமென் (Albumen) அல்லது கூழ் (Jelly) அடுக்குகளால் சூழப்படுகின்றன. அண்ட நாளத்தின் கடைப் பகுதி அண்ட தங்குபையாக (Ovisac) அகன்றிருக்கிறது. முட்டைகள் பொதுக் கழிவுப் பாதையின் வழியாக வெளிச் செலுத்தப்படுவதற்கு முன் இங்கு தான் சேர்த்து வைக்கப்படுகின்றன. ஆண் தவளையில் உள்ளது போலவே இதிலும் கொழுப்புறுப்புகள் உள்ளன.

ஓணான்

சிறுநீரக இனவிருத்தித் தொகுப்பு (Urinogenital System): ஓரிணைச் சிறுநீரகங்கள் உள்ளன. இவை உடலறையின் பிற்

பகுதியில் காணப்படுகின்றன. இவை, கடை நெஃப்ராய்களாகும். (Metanephroi) ஒவ்வொன்றும் ஒரு முற்பகுதியையும் (Anterior lobe) ஒரு பிற்பகுதியையும் (Posterior lobe) கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு சிறுநீரகத்திலிருந்தும் ஒரு சிறு நீர்க்குழாய் கிளம்பிப் பின்னோக்கிச் செல்கிறது. இது ஆண் உயிரியில் பின் முனையில், பொதுக் கழிவுப் பாதையினுள் திறக்கு முன் விந்து நாளத்துடன்



(a) ஆண் படம். 128 (b) பெண்

ஓஞ்ஞன் : சிறுநீரக இனப்பெருக்க உறுப்புகள்

1. எபிடிடைமிஸ். 2 விந்தகங்கள், 3 விந்துக் குழாய், 4 சிறு நீரகங்கள், 5 சிறுநீரகக் குழாய், 6 சிறுநீரக இனப்பெருக்கக் குழாய், 7. நேர்க்குடல். 8 சிறுநீர்ப்பை. 9. பொதுக் கழிவறை. 10. ஆண் கலவியுறுப்பு அல்லது ஆண் குறி. 11. அண்டநாளப் புனல். 12. அண்டச் சுரப்பி. 13. அண்ட நாளம். 14. அண்ட நாளப் புழை, 15. சிறுநீர்க் குழாய்.

(Vasdeferens) ஒன்று சேர்ந்து விடுகிறது. பெண் உயிரியில், சிறு நீர்க் குழாய் அண்ட நாளத்துடன் எவ்விதத் தொடர்பும் கொள்ளாமல் பொதுக் கழிவுப் பாதையினுள் திறக்கிறது. பொதுக் கழிவுப் பாதையுடன் அதன் அடிப்பக்கத்தில் இணைந்து காணப் படுவது சிறுநீர்ப் பையாகும்.

ஆண் உயிரியில் ஓரிணை விந்தகங்கள் உள்ளன. இவை ஒவ் வொன்றின் உள் விளிம்பில் இணைந்து ஓர் எபிடிடைமிஸ் (Epididymis) உள்ளது. இது நீண்ட மிகவும் சுருண்ட குழாயாகும்

இதுவே பின்னால் விந்து நாளமாக நீண்டு காணப்படுகிறது. இது பொதுக் கழிவுப் பாதையினுள் திறக்குமுன் சிறுநீர்க் குழாயுடன் இணைந்து விடுகிறது. எபிடிடைமிஸ் என்பது சிறு நீரகத்தின் கழிவு நீக்க வேலையைச் செய்யாத பகுதியாகும். இது விந்துகள் வெளியேற்றப்படுவதுடன் சம்பந்தப்பட்ட அமைப்பேயாம். வாலின் அடிப்பக்கத்தில் தோலினடியில் ஓரிணைப்புணர்ச்சியுறுப்புகள் (Penes) உள்ளன. இவை ஒவ்வொன்றும், குருதிக் குழாய்களைக் கொண்ட வெளி நீட்டக்கூடிய, பை போன்ற அமைப்பாகும். இனப் புழைகளில் (சன்னப் புழைகளில்) இருந்து விந்துகள் வரிப் பள்ளங்கள் வழியாகப் புணர்ச்சி உறுப்புகளை அடைகிறது.

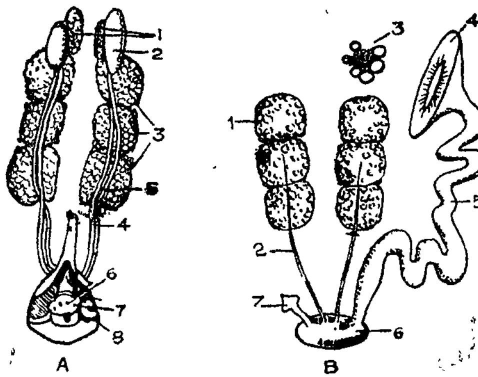
பெண் உயிரியில் ஓரிணை அண்டச் சுரப்பிகள் உள்ளன. இரண்டு அண்ட நாளங்களும் முற் பகுதியில் அண்ட நாளப் புனல் வழியாக உடலுறையினுள் திறக்கின்றன. சிறுநீர்க் குழாய்கள் அண்ட நாளங்கள் ஆகியவை தனித்தனி துளைகளைக் கொண்டுள்ளன.

ஓணான் முட்டையிடும் பழக்கமுள்ள உயிரி (Oviparous). ஒவ்வொரு முட்டையும் மஞ்சட் கருவை மிகுதியாகக் கொண்டுள்ளது. வளர்ச்சியின் போது கருச்சவ்வு (Allantcis), பனிக்குடம் (Amnion) போன்ற கருப் படலங்கள் தோன்றுகின்றன. பண் ஓணான் முழு வளர்ச்சியடைந்ததும் முட்டையிட ஆரம்பிக்கும்.

இவை பொதுவாக கோடைப் பருவத்தில் அதிகச் சுறுசுறுப்புடன் காணப்படுகின்றன. இனவிருத்திக் காலத்தில் ஆண் ஓணான் முதலில், பெண் முட்டையிடுவதற்குத் தகுந்த இடத்தைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்கிறது இவ்விடத்தை மற்ற ஆண் ஓணான்கள் அடைய முடியாதபடி அவற்றை விரட்டியடிக்கும். பிறகு அதற்குரிய பெண் ஓணானை மட்டும் இவ்விடத்திற்கு வர அனுமதிக்கிறது. இங்குதான் புணர்ச்சி நடைபெறுகிறது. புணர்ச்சியின் பொழுது ஆண் ஓணானின் புணர்ச்சியுறுப்புகளின் உதவியால் விந்துகள் பெண் ஓணானின் உடலினுள் செலுத்தப்படுகின்றன ஆகவே கருவுறுதல் பெண் ஓணானின் உடலினுள் நடைபெறுகிறது. இவ்விதம் கருத்தரித்ததும் கரு வளர்ச்சிக்குத்தேவையான பொருள்கள் அண்ட நாளத்திலிருந்து முட்டையினுள் சேர்க்கப்பட்டு முட்டைகளாக வெளி வருகின்றன.

பெண் ஓணான் இம் முட்டைகளை மணலில் குழிகள் தோண்டி அவற்றில் இடும். பிறகு இவற்றை இலேசாகத் தரையோடு அழுத்தி மணலில் மூடிவிடும். பிறகு இவற்றைக் கவனிப்பதில்லை. தரையின் வெப்பத்தாலும் சூரிய வெப்பத்தாலும் இவை அடை காக்கப்பட்டு. ஓணான் குஞ்சுகள் வெளிவருகின்றன.

கழிவுநீக்க இனப் பெருக்கத் தொகுப்பு (Urinogentital system) : பறவைகளில், கழிவு நீக்க உறுப்புகளாகிய சிறுநீரகங்களும், இனப்பெருக்க உறுப்புகளும் மிகநெருங்கிய தொடர்பு கொண்டுள்ள தால், இரண்டும் ஒரு சேர கழிவு நீக்க-இனப் பெருக்கத் தொகுப்பு என்றழைக்கப்படுகின்றன.



படம். 129

புறு : சிறுநீரக இனப்பெருக்க உறுப்புகள்

A. ஆண்

1. அட்ரீனல். 2 விந்தகங்கள். 3. சிறுநீரகம், 4. சிறுநீரகக் குழாய், 5. விந்துக் குழாய், 6. சிறுநீரகக் குழாய்ப்புழை, 7. விந்துக்குழாய்ப் புழை. 8. பொதுக் கழிவறை

B. பெண்

1. சிறுநீரகம். 2. சிறுநீரகக் குழாய். 3. அண்டச் சுரப்பி, 4. அண்டநாளப் புனல். 5 அண்டநாளங்கள். 6. பொதுக் கழிவறை, 7. வலது அண்டநாள எச்சம்.

புறுவின் சிறுநீரகங்கள் சிறப்பான உருவமைப்பு பெற்றுக் காணப்படுகின்றன. இவை தட்டையாகவும், மூன்று கதுப்புகளைப் பெற்றும் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு சிறுநீரகத்தினின்றும் கிளம்பும் சிறுநீர்க்குழாய் பின்னோக்கி ஓடிப் பொதுக் கழிவறையின் யூரோ டேயம் பகுதியில் திறக்கின்றன.

ஆண் புறுவில் சிறுநீரகங்களின் வயிற்றுப் பக்கத்தில், முன் மூனையில். நீள் வட்ட வடிவ விந்தகங்கள் பக்கத்திற்கொன்றாக இடம் பெற்றுள்ளன. விந்தகங்களினின்றும் தோன்றும் விந்து நாளம்(Vas deferens) சிறுநீர்க்குழாயுடன் இணையாகப் பின்னோக்கி ஓடிப் பொதுக் கழிவறையின் யூரோடேயம் பகுதியில் திறக்கிறது.

பெண் புருவில் இடப்பக்க அண்டச்சுரப்பியும் அண்ட நாளமும் மட்டுமே உள்ளன. முன்னது இட சிறுநீரகத்தின் முன் கதுப்பின் வயிற்றுப் பக்கத்தில் அமைந்துள்ளது. அண்டச் சுரப்பியின் பரப்பில், பல அண்டப்பைகள் (Ovisacs) துருத்திக் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். இவற்றுள் பலஅண்டங்கள் வளர்ச்சியின் பல்வேறு நிலைகளில் இருக்கும். இட அண்டநாளம் நீண்டும், அகன்றும், பல முறைகள் சுருண்டும் இருக்கும். அண்டநாளத்தின் முன் முனை விரிவுற்று, உடற்குழியினுள் புனலாகத் திறக்கிறது. அண்டங்கள் முதிர்ந்தவுடன் உடற் குழியுள் செலுத்தப்பட்டுப் பின்னர் இப்புனல்வழியாக அண்டநாளத்தை அடைகின்றன. அண்டநாளத்தின் வெவ்வேறுபகுதிகள்முட்டைக்குத் தேவையான மஞ்சட்கரு, வெள்ளைக் கரு, முட்டை ஓடு ஆகிய பகுதிகளைச் சுரக்கின்றன. அண்ட நாளத்தின் இறுதி பகுதியான புணர்குழை (Vagina) பொதுக்கழிவறையின் மைய அறையான யூரோடேயத்தினுள் திறக்கிறது.

எலி

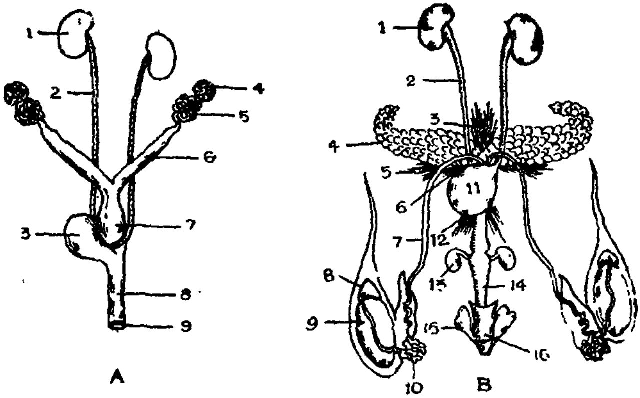
கழிவு நீக்கத் தொகுப்பு (Excretory system) : சிறுநீரகங்கள், சிறுநீரகக் குழாய்கள் (ureters) சிறுநீர்ப்பை என்னும் தேக்கிடம் ஆகிய பகுதிகள் இத் தொகுதியில் அடங்கும். சிறுநீரகங்கள் என்பவை ஓரிணை கருஞ் சிவப்பு நிறமுடைய அவரை விதையின் உருவ மொத்த அமைப்புகளாகும். வயிற்றறையின் முதுகுப் பக்கச் சுவரை ஒட்டிக் காணப்படும் இவ்வமைப்புகள், முதுகெலும்பின் இரு பக்கங்களிலும் இடம் பெற்றுள்ளன. வலது சிறுநீரகம் இடது சிறுநீரகத்திற்குச் சற்று முன்பாக இடம் பெற்றிருக்கும். முதுகெலும்பை நோக்கியிருக்கும் சிறு நீரகத்தின் உள் விளிம்பு குழிவுற்றிருக்கும். இக்குழி ஹைலஸ் (Hilus) எனப்படும். இப் பகுதியில் ஒரு மெல்லிய தசையாலான குழாய் தோன்றுகிறது. இதுவே சிறுநீர் குழாயாகும். இது பின்னோக்கி ஓடி வயிற்றறையின் பிற்பகுதியில், மலக்குடலில் வயிற்றுப் பக்கமாக இடம் பெற்றிருக்கும் சிறுநீர்ப் பையினுள் திறக்கும். மொத்தம் இரு சிறுநீர்க் குழாய்கள் உள்ளன. இவற்றில் ஒவ்வொன்றும் முன்பக்கத்தில் ஹைலஸ் என்னும் பகுதியில் ஓர் அகன்ற துளை மூலம் சிறுநீரகத்தினுள் திறக்கும். இவ்வகன்ற துளைக்கு பெல்விஸ் (pelvis) என்று பெயர். சிறுநீரகங்களிலிருந்து சிறுநீரை சிறு நீர்ப்பைக்கு எடுத்துச் செல்ல சிறுநீர்க் குழாய்கள் பயன்படுகின்றன. சிறுநீர்ப்பை பின்னோக்கித் தொடர்ந்து சிறுநீர்ப்பை நாளம் (Urethra) அல்லது கழிவு நீக்க-இனப் பெருக்கக் குழாயுள் (Urino-genital canal) திறக்கும். பின்னது கழிவு நீக்க இனப் பெருக்கத் துளை அல்லது பொதுக் கழிவாய் வழியாக வெளித் திறக்கும்.

இனப் பெருக்கத் தொகுப்பு (Reproductive System)

ஆண் : ஆண் எலியின் இனப் பெருக்க உறுப்புகள் ஓரிணை நீள் வட்ட வடிவ விந்தகங்களாகும். இவை இளம் பிராணியில் வயிற்றறையின் முதுகுப் பக்கச் சுவரையொட்டி. சிறு நீரகங்களின் அண்மையில் இடம் பெற்றிருக்கும். எலி பாற்றன்மை முதிர்ச்சி அடையும்பொழுது இவை விதைப்பைகளினுள் இடம்பெறுகின்றன. உடற் சுவரால் ஆன ஓரிணைப் பைகளே விதைப்பைகள் (Scrotal sacs) எனப்படுகின்றன. இவை ஆண்குறியின் ஆரம்பப்பகுதியின் இரு பக்கங்களிலும் பக்கத்திற் கொன்ருக இடம் பெற்றுள்ளன. ஒவ்வொரு விதைப் பையின் அறையும் வயிற்றறையுடன் அறைக் கால்வாய் அல்லது இன்குவைனல் கால்வாய் (Inguiral canal) மூலம் தொடர்பு கொள்கிறது. ஒவ்வொரு விந்தகத்தின் கீழ் முனையினின்றும் மிகச்சுருண்டகுழாயொன்று கிளம்புகிறது. இதனை எபிடிடைமிஸ் (Epididymis) என்பர். இதுவே விந்து நாளமாகத் (Vas deferens) தொடர்ந்து காணப்படுகிறது. ஒவ்வொரு விந்து நாளமும் அறைக் கால்வாய் வழியாக வயிற்றறையை அடைந்து அப் பாகத்தின் சிறுநீர்க் குழாயைச் சுற்றி வந்து பின்னேக்கி ஓடி. யூட்டிரஸ் மேஸ்குலைனஸ் (Uterus masculinus) என்னும் பொது அறையினுள் திறக்கும். இப் பொது வறை சிறுநீர்ப் பையினுள் திறக்கிறது.

சிறுநீர்ப்பையின் பிற்பகுதி கழிவு நீக்க-இனப் பெருக்கக் கால் வாயாகத் தொடருகிறது. இக் கால்வாய் ஆண்குறியின் குறுக்கே ஓடி அதன் முனையில் கழிவு நீக்க-இனப் பெருக்கப் புழை வழி வெளித் திறக்கிறது. நரம்புகளும் இரத்தக் குழாய்களும் நிறைந்த கடற் பஞ்சுபோன்ற திசுவால் ஆண்குறி உருவாகியுள்ளது. இதன் முனையில் ஒரு மூடு முன் தோல் (Prepuce) உள்ளது. மேற் கூறிய முக்கிய ஆண் இனப்பெருக்க உறுப்புகளோடு தொடர்பு கொண்ட துணை சுரப்பிகள் சில உள்ளன. இவை : (1) ப்ரோஸ்டேட் சுரப்பிகள்(Prostate glands) யூட்டிரஸ் மேஸ்குலைனஸின் அண்மை யில் உள்ள சுரப்பிகள் பல நாளங்கள் மூலம் கழிவு நீக்க இனப் பெருக்கக் கால்வாயினுள் திறக்கின்றன பெரிய அளவினையுடைய இச்சுரப்பிகள் இரு பகுதிகளால் ஆனவை. (2) ஓரிணை கௌப் பரின் சுரப்பிகள் (Cowper's glands) இவை மேற்கூறிய சுரப்பி களின் பின்னல் இடம் பெற்றுள்ளன. இவற்றின் சுரப்பு விந்தணுத் திரவத்தின் (Spermatic fluid) ஒரு பகுதியாகி, விந்தணுக்களை ஊக் குவிக்கப் பயன்படுகிறது. (3) ஓரிணை, பெரினியல் சுரப்பிகள் (Perineal glands). இவை ஆண்குறியின் இரு பக்கங்களிலும் காணப்படுகின்றன. (4) ஓரிணை பெரிய. மஞ்சள் நிறமான மலக் குடல் சுரப்பிகள் (Rectal glands) மலவாயின் இரு பக்கங்களிலும்

காணப்படுகின்றன. (5) ஓரிணைப்பைச் சுரப்பிகள் (vesicular glands): இவை யூரெத்ராவின் தோற்றப் பகுதியில் இடம் பெற்றுள்ளன. (6) ஓரிணை சிறிய ஆம்புல்லரிச் சுரப்பிகள் (ampullary glands) இவை விந்து நாளங்களினருகே உள்ளன.



படம். 130

எலி: இனப் பெருக்க சிறுநீரக உறுப்புகள்

A. பெண்

1. சிறுநீரகம், 2. சிறுநீர்க் குழாய், 3. சிறுநீர்ப்பை, 4. அண்டச் சுரப்பி. 5. ஃபலோப்பியன் குழாய். 6. கருப்பை, 7. புணர்க்குழாய். 8. புனர்க்குழை முன் பகுதி, 9. இனப்பெருக்க சிறுநீர்ப் புழை

B ஆண்

1. சிறுநீரகம், 2. சிறுநீர்க் குழாய், 3. ப்ராஸ்டேட் சுரப்பி. 4. வெசிக்குலர் சுரப்பி, 5. துணைச் சுரப்பி. 6. யூட்டிரஸ்மாஸ்குலினஸ். 7. விந்துக் குழாய். 8. விதைப்பை, 9. விந்துச் சுரப்பி, 10. எபிடிடைமிஸ், 11. சிறுநீர்ப்பை, 12. ப்ராஸ்டேட் சுரப்பி, 13 கௌப்பரின் சுரப்பி, 14 இனப்பெருக்க சிறுநீரகக் குழை, 15. பிரிபுஷியல் சுரப்பி, 16. ஆண்கலவியுறுப்பு.

பெண்: பெண் எலியின் இனப் பெருக்க உறுப்புகள் அண்டச் சுரப்பிகளாகும். இவை ஓரிணை சிறிய நீள் வட்ட வடிவ அமைப்புகளாகும். இவை சிறுநீரகங்களின் பின்னால், வயிற்றறையின் முதுகுப் பக்கச்சுவரோடு இணைந்து காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு அண்டச் சுரப்பியின் பரப்பிலும் பல முகிழ்ப்புகள் காணப்படும். இவற்றிற்கு கிராஃபியன் சிறுபைகள் (Graaffian follicles) என்று பெயர். இவை ஒவ்வொன்றினுள்ளும் ஓர் அண்டம் அல்லது முட்டை (Ovum) காணப்படும். ஓரிணை அண்ட நாளங்கள் உண்டு.

இவற்றின் முன்பகுதி ஃபலோப்பியன் குழாய் (Fallopian tube) எனப்படும்.

இக் குழாயின் அகன்ற புனலுருவப் பகுதி ஒரு துளை வழியாக உடற் குழியினுள் திறக்கிறது. அண்ட நாளங்களின் பிற் பகுதி கருப்பையாக (Uterus) விரிவடைகிறது. இரு கருப்பைகளும் ஒன்று கூடி, புணர் குழை (Vagina) எனப்படும், ஒரு மையக் குழாயைத் தோற்றுவிக்கின்றன. புணர் குழையானது சிறு நீர்ப் பையின் பிற்பகுதியோடிணைகிறது. பின்னது பிற்பகுதியில் கழிவு -நீக்க இனப் பெருக்கக் குழாய் அல்லது வெஸ்டிபியூலாகத் தொடர்ந்து, பின்னர் கழிவு நீக்க இனப்பெருக்கப் புழை அல்லது புணர் குழைப் புழை (Vulva) வழியாக வெளித் திறக்கிறது. வெஸ்டிபியூலின் வயிற்றுப் பக்கச் சுவரில் ஒரு சிறிய, கடினமான மொட்டுப் போன்ற கிளைட்டோரிஸ் (Clitoris) என்னும் அமைப்பு உள்ளது. வெஸ்டிபியூலின் முதுகுப்பக்கச் சுவரில் இரு சிறிய கௌப்பரின் சுரப்பிகள் உள. பெரினியல் சுரப்பிகள் மற்றும் மலக் குடல் சுரப்பிகள் பெண் எலியிலும் உள்ளன. ஆனால் பெண் எலியில் ப்ரோஸ்டேட் சுரப்பிகள் கிடையா.

கருவுறுதலும் வளர்ச்சியும் (Fertilization and Development) : முதிர்ந்த அண்டங்கள் அண்டச் சுரப்பிகளினின்று உடற் குழியினுள் செலுத்தப்படுகின்றன. இங்கிருந்து இவை ஃபலோப்பியன் குழாய்களை அடைகின்றன. புணர்ச்சியின் பொழுது, பெண் எலியின் புணர் குழாயினுள் விந்தணுக்கள் செலுத்தப்படுகின்றன. இவை அண்ட நாளங்களுள் முன்னேறி, ஃபலோப்பியன் குழாயினுள் அண்டங்களைக் கருவுறச் செய்கின்றன. கருவுற்ற அண்டங்கள், கருப்பையினுள் வளர்ச்சியடைகின்றன. இவை பிளசென்ட்டா (Placenta) அல்லது நஞ்சுக் கொடி எனப்படும். தாய்-சேய் இணைத் திசுவின் மூலம் தாயின் கருப்பைச் சுவரோடு ஒட்டி வளருகின்றன இந் நஞ்சுக் கொடி வழியாக வளரும் கருவானது தாயின் குருதியிலிருந்து சத்துப் பொருள்களை பெற்றுக் கொள்கிறது. கருவுறுதலுக்கும், குட்டிகளின் பிறப்புக்கும் இடைப்பட்ட காலம் கர்ப்ப காலம் (Period of Gestation) எனப்படும். ஒரு எலி ஒரு சமயத்தில் 8 முதல் 10 குட்டிகள் வரையீனும். இவை முதலில் தாய் எலியினால் பாலூட்டிவளர்க்கப்படுகின்றன. பின்னர் இவை கொரித்து உண்ணும் பழக்கத்தை மேற் கொள்ளுகின்றன.

16. புலனுறுப்புகள்

மீன்

கண்: மடலைவ மீனின் கண்ணில், கண்விழிப்படலம் (Cornea) தட்டையாக அமைந்துள்ளது. கண் வில்லை (Lens) பெரியதாகவும், வட்ட வடிவமாகவும், கண் விழிப்படலத்திற்கு அருகில் இடம்பெற்றும் இருக்கும். இதன் விளைவாக கண்ணின் முன்அறை (anterior Chamber) சிறிய அளவு கொண்டிருக்கும். விழியடிக் கரும்படலத்தின் (Choroid Coat) வெளிப் பகுதி குயானின் (Guanin) என்னும் படிகப் பொருளாலான சிறப்பு அடுக்கினைப் பெற்றுள்ளது. இப் பொருள் ஒளியைச் சிதறவைக்கும் தன்மை கொண்டது. இவ்வடுக்கினுக்கு அர்ஜென்டியா (Argentea) என்று பெயர் பார்வை நரம்பு விழிக்குள் நுழையும் இடத்தில், விழியடிக் கரும்படலத்தில் கோராய்டுச் சுரப்பி (Choroid gland) எனப்படும், குருதிக் குழாய்த் திரள் ஒன்றுள்ளது. இப்பகுதியிலிருந்து குருதிச் செறிவுடையத் திசு நீட்சியொன்று கிளம்பி, கண் வில்லையின் பின்பக்கம் வரை நீண்டிருக்கும். ஃபேல்சிஃபார்ம் நீட்சி (Falciform process) என்னும் இவ்வமைப்பு, கேம்பேனுலா ஹேலரி (Campanula Halleri) என்னும் குமிழில் முற்றுப் பெறுகிறது. இவ்வமைப்பே கண்வில்லையின் குவிதூரத்தைத் தேவைக்கேற்ப மாற்றியமைப்பதாகக் கூறப்படுகிறது.

செவி: இதன் உட்செவியின் உள் நிண நீர் நாளம் என்னும் பகுதி வெளித்திறப்பதில்லை சேக்குலஸ் என்னும் பை (Sacculus) போன்ற அமைப்பு சற்றே பெரிய அளவுடையது. உள் நிண நீரில் (Endolymph) சுண்ணும்புத் துகள்களுக்குப் பதிலாக, ஒட்டோலித் துகள் (Otoliths) என்னும் சற்றே பெரிய துகள்கள் காணப்படுகின்றன. இவற்றின் எண்ணிக்கை, சிறப்பினத்திற்குச் சிறப்பினம் மாறுபடும்.

தவளை

புலனுறுப்புத் தொகுப்பு (Sensory System): தவளையின் புலனுறுப்புத் தொகுப்பு, புலனுறுப்புகளால் ஆனது. புலனுறுப்புகள் சுற்றுச் சூழலில் இடம் பெறும் மாற்றங்களை உணர்ந்து, அவற்றுக்கேற்பப் பிராணியைக் கிளர்ந்தெழச் செய்கின்றன. புலனுறுப்புக்களோடு தொடர்பு கொண்ட உணர்ச்சி நரம்புகள் இவற்றினின்றும் நரம்புத் தூண்டுதல்களை மத்திய நரம்புத் தொகுப்பிற்கு எடுத்துச் செல்லுகின்றன. தவளை ஐம்புலன்களைப் பெற்றுள்ளது.

இவை-சுவை, தொட்டுணர்தல், நுகர்ச்சி பார்வை, மற்றும் கேள்விப் புலன்களாகும்.

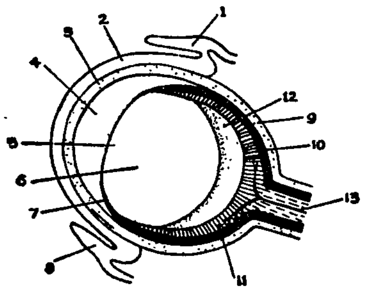
தொட்டுணர் தன்மை (Sense of Touch) : தவளையின் உடல் முழுவதும், தொடு உணர்ச்சியணுக்கள் (Touch corpuscles) உள்ளன. பெரிய, தட்டையான இச் செல்கள் திரள்களாக தோலில் புதையுண்டிருக்கின்றன. இச் செல்கள் உணர்ச்சி நரம் பிழைகளை மிகுதியாகப் பெற்றிருக்கின்றன. இந் நரம்பிழைகள் வெப்பம், குளிர்ச்சி, அழுத்தம் போன்ற புறத்தூண்டுதல்களை ஏற்றுக்கொண்டு, மத்திய நரம்புத் தொகுப்பிற்குக் கடத்துகின்றன.

சுவையுணர்வு (Sense of Taste) : வாய்க்குழியில் படர்ந்துள்ள எபித்தீலியத்தில் பல உணர்ச்சிச் செல்கள் உள. இவை கூட்டங் களாகச் சேர்ந்து, சுவையரும்புகளாகின்றன. (Taste buds) இவை நாவின் மீது மிகுந்து காணப்படுகின்றன. இவை உணவைச் சுவைப்பதில் முக்கிய பங்கேற்கின்றன.

நுகர்ச்சி (Sense of Smell) : மண்டையோட்டில் காணப்படும் நுகர்ச்சி பொதியறையினுள் (Olfactory Capsule) ஓரிணை நுகர்ச்சிப் பைகள் (Olfactory sacs) உள்ளன. இவையே நுகர்ச்சி உறுப்புகளாகச் செயல்படுகின்றன. ஒவ்வொரு நுகர்ச்சிப் பையும் வெளி நாசித்துளை வழியாக வெளித்திறக்கிறது. உள்நாசித் துளை வழியாக இது வாய்க் குழியினுள் திறக்கும். நுகர்ச்சி நரம்புகளின் கிளைகளால் ஊட்டம் பெற்ற இவ்வமைப்புகள் நுகருந் தன்மை கொண்டவை.

பார்வை (Sense of Sight) : கண் குழிகளுள் (Orbits) இடம் பெற்றிருக்கும் ஓரிணை கண்களே பார்வையுறுப்புகளாகும். கோள வடிவத்திலிருக்கும் ஒவ்வொரு கண்ணும், அதன் உட்பரப்பில் பொருந்தியிருக்கும் ஆறுவகைத் தசைகளினால் இயக்கப்படுகிறது. கண்ணின் புறத்தே அமைந்திருக்கும் வன்மையான உறைக்கு, விழி வெளிப்படலம் (Sclerotic coat) என்று பெயர். முன்பக்கத்தில் இதுவே ஒளி ஊடுருவுந்தன்மை கொண்ட விழிவெண்படலமாக (Cornea) அமைந்துள்ளது. இதனடியில் விழியடிக் கரும்படலம் (Choroid coat) இடம் பெற்றுள்ளது. இது குருதித் தந்துகிகளையும் கருமை நிறத் துகள்களையும் பெற்றிருக்கிறது. இப் படலத்தில், கண்பார்வையின் முன்னால் ஒரு துளை உள்ளது. விழியடிக்கரும் படலத்தின் முற்பகுதிக்கு வண்ணப்படலம் (Iris) என்று பெயர். இதுவே கண் பார்வைக்கான துளையைக் கொண்டிருக்கிறது. இத்துளை கண்ணை ஊடுருவும் ஒளியின் அளவைச் சீர்படுத்தும்

பொருட்டு கண்பாவை சுருங்கவோ விரியவோ செய்கிறது. கண் பாவைக்குப் பின்னால், கோள வடிவமான படிக லென்ஸ் (Crystalline lens) உள்ளது. கண் வில்லை தன்னுடைய உருவத்தையோ, நிலையையோ மாற்றிக் கொள்ளக்கூடிய தன்மை உடைத்தன்று. இதனால் ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்திலுள்ள பொருள்களை மட்டுமே தவளையினால் பார்க்க முடிகிறது. கண் வில்லையிலிருந்து விழியடிக் கரும் படலம் வரை வியாபித்திருக்கும் இழையுறுப்பு நீட்சிகள் (Ciliary processes) கண் வில்லையைத் திடமான நிலையில் இருத்துகின்றன. கண்ணின் உட்படலமான விழித்திரையில் (Retina), உணர்வுத் திறன் கொண்ட கூம்புச் செல்களும் (Cone cells), குச்சிச் செல்களும் (Rod Cells) உள்ளன. இவை ஒளித் தூண்டுதல்களுக்கியங்கி மூளைக்கு உணர்த்துகின்றன. முன்னறை அல்லது முன் கணீர் அறை எனப்படும்



படம். 131

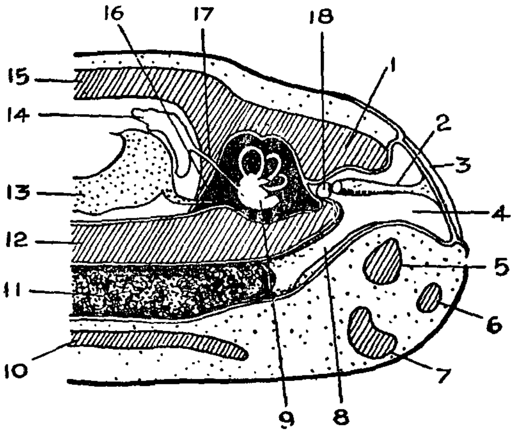
தவளை : கண் செங்குத்து வெட்டுத் தோற்றம்

1. மேலிமை, 2. நிக்டிடேடிங் சவ்வு, 3. விழிவெண் படலம், 4. முன் கணீர் அறை, 5. பாவை, 6. லென்ஸ், 7. வண்ணப் படலம், 8. கீழிமை, 9. வெளிப் படலம், 10. கரும் படலம், 11. விழித்திரை, 12. பின் கணீர் அறை, 13. பார்வை நரம்பு.

கண் வில்லையின் முன்னாலுள்ள பகுதி ஒரு வகை நீரினால் (Aqueous humour) நிரப்பப்பட்டுள்ளது. கண் வில்லையின் பின்னாலுள்ளப் பின்னறை அல்லது பின் கணீர் அறையானது (Posterior Chamber) ஒரு கூழ் போன்ற பொருளால் (Vitreous humour) நிரப்பப்பட்டுள்ளது. இவ்விரு பொருள்களும் கண்ணுக்கு ஊட்டமளிக்கின்றன.

கேள்விப்புலன் (Sense of Hearing) : தவளையின் இரு செவிகளுமே கேள்விப் புலனுறுப்புகளாக அமைந்துள்ளன. ஒவ்வொரு செவியும், நடுச்செவி, உட்செவி, ஆகிய பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. தவளைக்கு வெளிச்செவி (External ear) கிடையாது. நடுச்செவி புறத்தே செவிப்பறையினால் (Ear drum or Tympanic membrane) மூடப்பட்டிருக்கிறது. இது காற்றிலும் நீரிலும் உள்ள ஒலியலைகளை ஏற்றுக் கொண்டு அவற்றை உட்செவிக்குக் கடத்துகிறது. செவிப்பறையில் தூண்டப்படும் அதிர்வுகள், அதன் உட்பரப்போடு இணைந்திருக்கும்

மெல்லாச் (Columella) சிற்றெலும்பின் வழியாக உட் செவிக்குக் கடத்தப்படுகின்றன. சிக்கலான அமைப்புடைய உட்செவி, சவ்வுச் சிக்கலமைப்பு (Membranous labyrinth) எனப் படுகிறது. இவ்வமைப்பு செவிப்புடகத்தினுள் (Auditory capsule) இடம் பெற்றிருக்கும். இவ்வமைப்பு, ஓர் ஒழுங்கற்ற மையப்பகுதி யையும் மூன்று அரை வட்டக் கால்வாய்களையும் கொண்டுள்ளது.



படம். 132

தவளை : செவியும் செவி சூழ்ந்த பகுதியும் (வெட்டுத் தோற்றம்)

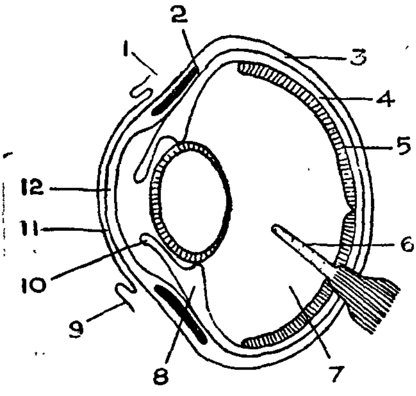
1. புரோவோட்டிக் எலும்பு, 2. காலுமெல்லா, 3. செவிப்பறை, 4. செவிப்பறை அறை, 5. டெரிகாய்டு, 6. குவாட்ரேட்டோ ஜுகல், 7. ஆங்குலோஸ் பிளினியல், 8. யூஸ்டேசியன் குழாய், 9. லாசினு, 10. ஹயாய்டு உறுப்பு, 11. தொண்டை, 12. பாராஸ்பினாய்டு, 13. முகுளம், 14. உள் நிணநீர்க் குழாய் நீட்சி, 15. ஃபிரான்டோ பரைட்டல், 16. செவி நரம்பு, 17. உள் நிணநீர்க் குழாய், 18. நீள்வட்ட துளையின் குருத்தெலும்பு அடைப்பான்.

மையப் பகுதி மேலும் இரு பகுதிகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இவை, ஒரு பெரிய பகுதியான யூட்ரிக்குலஸும் (Utriclus) சிறிய பகுதியான சாக்குலசும் (Sacculus) ஆகும். யூட்ரிக்குலஸ் மேலேயும் அதன் கீழ் சாக்குலஸ்ஸுமாக இடம் பெற்றுள்ளன. மூன்று அரைவட்டக் கால்வாய்களும் யூட்ரிக்குலஸ்ஸிலிருந்து தோன்றுகின்றன. இவற்றுள் ஒன்று சமக்கிடக்கை நிலையிலும் மற்ற இரண்டும் செங்குத்தான நிலையிலுமாகக் காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு அரை வட்டக் கால்வாயின் ஒரு முனையும் விரி வடைந்து, பிதுக்கப் பையாக (Ampulla) அமைகிறது. செவிக்குழி

யினுள் ஒரு திரவம் உள்ளது, இதற்குச் சூழ்நிணை நீர் (Perilymph) என்று பெயர். சவ்வுசிக்கலமைப்பினுள் இருக்கும் திரவம் உள்நிணை நீர் (Endoymph) எனப்படும். இங்கு தான் செவி நரம்பின் இறுதிப் பகுதிகள் காணப்படுகின்றன. உட்செவிக்குச் செலுத்தப்படும் ஒலி அலைகள் உள் நிணை நீரில் அதிர்வுகளை உண்டாக்க, இவற்றைச் செவிநரம்புகளின் இறுதிப்பகுதிகள் ஏற்றுக்கொள்ளுகின்றன. திரவத்தால் நிரப்பப்பட்டிருக்கும் அரைவட்டக் கால்வாய்கள் தவளையை சமநிலையில் இருக்க உதவுகின்றன. இங்ஙனம் சவ்வுசிக்கலமைப்பு இருவேலைகளை மேற்கொள்ளுகிறது. அவை கேள்விப்புலனும், சமநிலை இருத்தலும் ஆகும்.

ஓணான்

கண் : கண் மற்ற முதுகெலும்பிகளில் உள்ளவற்றின் அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. பல குருத் தெலும்புகள் வளையம் போல் அமைந்து கண்ணின் உட்புறத்திற்குப் பாதுகாப்பளிக்கின்றன. பறவையின் கண்ணில் உள்ளத்தைப் போல், பெக்டன் (Pecten) என்னும் குருதியையும் நிறத்துகள்களையும் கொண்ட நீட்சி ஒன்று கண்ணின் உள்ளறையில் காணப்படுகிறது.



படம். 133
ஓணான் : கண்

1. இமை உறுப்புத்தசை, 2. விழி வெளிப்படலத் தகடுகள், 3. விழி வெளிப் படலம், 4. விழியடிக் கரும் படலம், 5. விழித்திரை, 6. கூம்பு நீட்சி, 7. பின் அறை, 8. இமை உறுப்பு, 9. இமை, 10. வண்ணப் படலம், 11. கஞ்சங்க்டிவா, 12. விழிவெண் படலம்.

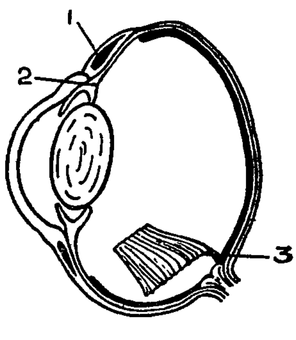
காது : உட்செவி, நடுச் செவி என்னும் இரு பகுதிகளை கொண்டுள்ளது. நடுச் செவியின் வெளிப் புறத்தில் செவிப்பறை உள்ளது. செவிக்குழாய் மூலமாக நடுச்செவி தொண்டையுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. தவளையிலிருப்பதைக் காட்டிலும் இக் குழாய் அகலத்தில் குறைந்தும் நீண்டுமுள்ளது. நடுச்செவியும் உட்செவியையும் பிரிக்கும் என்புச் சுவரில் நீள் வட்டத் துளை (Fenestra ovalis), வட்டத்துளை (Fenestra rotunda)

ஆகியவை உள்ளன. நடுச் செவியிலுள்ள காலுமெல்லா (செவி நுண்ணெலும்பு) செவிப்பறையினின்று கிளம்பி, உட்சென்று நீள் வட்டத் துளையை மூடியுள்ள படலத்தில் முடிவடைகிறது.

உட்செவிச் சவ்வுச் சிக்கலைக் (Membranous laybrynth) சுற்றிலும் செவி எலும்புகள் அமைந்துள்ளன. உட்செவி யூட்ரிகுலஸ் (Utriculus) (பெருஞ் சவ்வுப்பை) சாக்குலஸ் (Sacculus) (சிறுசவ்வுப்பை) ஆகிய இரு பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது. யூட்ரிகுலஸில் மூன்று அரைவட்டக் குழாய்கள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இதன் அமைப்பு மற்ற முதுகெலும்புள்ளவைகளில் உள்ளதை ஒத்திருக்கும். சாக்குலஸ் உருண்டையான பை போன்றது. இதனின்று கிளம்பும் நத்தை எலும்பு (Cochlea) ஒரு சிறிய, தட்டையான உறுப்பாகும்.

புரு

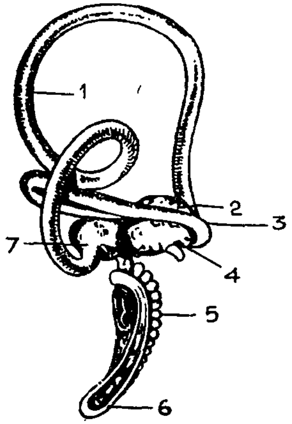
கண் : புருவின் கண் அளவில் பெரியதாகவும், நன்கு வளர்ச்சியுற்றும் இருக்கும். இவை கோள வடிவமாயிராமல் இரு பக்கங் குவிந்திருக்கும். விழிப்புறப் படலம் எலும்புத் தட்டுகளைப் பெற்றுள்ளது. பார்வை நரம்பு விழியில் நுழையுமிடத்திலிருந்து ஒரு சீப்புபோன்ற பெக்டன் என்ற அமைப்பு விழியின் பின் அறையினுள் நீண்டிருக்கும். இது குருதிச் செறிவுற்றும், நிறமியுடையதாகவும் இருக்கும். இவ்வமைப்பு எலும்பு மீன்களிலுள்ள கேம்பேனுலா ஹேலரி அமைப்பை ஒத்ததாகாது. பறவைகளில் காணப்படும் பெக்டனின் பணியாதெனத் தெரியவில்லை. ஆயினும், இது கண் வில்லையின் குவி தூரத்தை மாற்றியமைக்கக் கூடியதாய் இருக்கலாமென நம்பப்படுகிறது. விழி இயக்கத்தசைகள் வளர்ச்சி குன்றிக் காணப்படும்.



படம். 134
புரு : கண் செங்குத்து வெட்டுத் தோற்றம்
1. விழி வெள்ளிப்படல எலும்புத் தகடு, 2. இமை யுறுப்பு, 3. பெக்டன்.

செவி (Ear) : பறவைகளின் உட்செவியிலுள்ள காக்ளியா (Cochlea) என்னும் அமைப்பு ஊர்வனவற்றில் உள்ளதைவிட நன்கு வளர்ச்சியுற்றிருக்கும். இரு யூஸ்டேஷியன் குழல்களும்

ஒன்று சேர்ந்து ஒரு பொதுப்புழை வழியாக வாய்க்குழியின் கூரை யில் திறக்கின்றன.

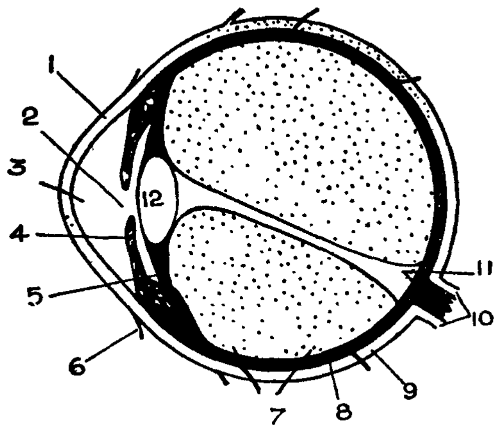


படம். 135
புரு : உட்செவி-சவ்வுச் சிக்கல்

1. பின் அரை வட்ட குழல், 2. முன் அரைவட்ட குழலின் பிதுக்கப்பை. 3. படுக்கைமட்ட அரை வட்டக் குழல், 4. படுக்கை மட்ட அரைவட்டக் குழலின் பிதுக்கப்பை. 5. சாக்குலஸ், 6. லாசினு, 7. பின் அரை வட்டக் குழலின் பிதுக்கப் பை.

எலி

கண் : எலியின் கண்ணே அதன் பார்வையுறுப்பாகும். கண் குழிகளுள் ஓரிணைக் கண்கள் உள. இவை அசையக் கூடிய



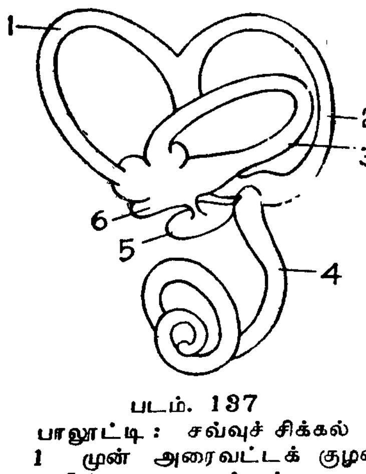
படம். 136 பாலூட்டி : கண்

1. விழிப்படலம், 2. பாவை, 3. முன்கணீர் அறை, 4. வண்ணப் படலம், 5. இழையுறுப்பு, 6. கஞ்சங்க்டிவா, 7. பின்கணீர் அறை, 8. விழியடிக் கரும்படலம், 9. விழிவெளிப் படலம், 10. கண் நரம்பு, 11. ஃபோவியா.

மேலிமை, கீழிமை ஆகியவற்றால் நன்கு பாதுகாக்கப்படுகின்றன. மூன்றாவது கண்ணிமையான நிக்டிடேட்டிங் படலமும் உண்டு.

அசையுந் தன்மையுடைய இப் படலம், கண் விழியின் முந்பரப்பை சற்றே மூடக் கூடியது. கண்ணீர் சுரப்பிகள் மற்றும் ஹார்டீரியன் சுரப்பிகள் ஆகியவற்றின் சுரப்பு விழியைச் சுத்தமாகவும் ஈரமாக வும் வைக்க உதவுகின்றன. கண்ணின் உள்ளமைப்பு மற்ற முது கெலும்புள்ளவைகளின் அமைப்பை ஒத்தது. விழி வெளிப்படலம் (Sclerotic coat) கண்ணின் புறத்தே அமைந்திருக்கும் வன்மை யான நார்த்திசுவாலான அமைப்பாகும். மையத்திலிருக்கும் இணைப்பு திசுவாலான குருதிச் செறிவுமிக்க கரிய நிறம் கொண்ட படலத்திற்கு விழியடிக் கரும்படலம் (Choroid coat) என்று பெயர். இப்படலம், விழியின் முன்பாக சற்று மாற்றம் பெற்று வண்ணப் படலத்தின் மையத்தில் கண் பாவை (Pupil) என்னும் சிறிய துளை யைக் கொண்டிருக்கும் வண்ணப்படலத்தின் பின்னால் இரு பக்கங் குவிந்த விழி லென்ஸொன்று (Lens) உள்ளது. விழி லென்ஸின் குவி தூரம் (Focal length) இழையுறுப்புத் தசைகளின் செயற்பாட்டால் மாற்றியமைக்கப்படக் கூடியது. கண்ணின் உள்ளுறை விழித்திரை (Retina) எனப்படுகிறது. இதுவே கண்ணின் அதி முக்கியப் பகுதியாகும்.

செவி: பாலூட்டிகளின் செவி, முப்பகுதிகளாகப் பிரிக்கப் படலாம். அவை, புறச் செவி, நடுச் செவி, உட்செவி எனப்படும். புறச்செவி மடலும் புறச் செவிக் குழலும் (External auditory meatus) புறச் செவிப்பகுதியில் அடங்கும். நடுச் செவியில் மூன்று செவிச் சிற்றெலும்புகள் உள. இவை மேலியஸ், இன் கஸ், ஸ்டேபிஸ் என்பன. இம் மூன்று செவிச் சிற்றெலும்பு களும் ஒலி அலைகளைச் செவிப் பறையினின்று உட் செவிக்குச் கடத்தும் பணியை மேற் கொள்ளுகின்றன. உட் செவி யினுள் நத்தை எலும்பும் (Cochlea) கார்ட்டி உறுப்பும் (Organ of Corti) உள்ளன. இவ்வுறுப்பு ஒலி அலைகளை ஈர்க்கப்பயன்படுகிறது.



படம். 137
பாலூட்டி: சவ்வுச் சிக்கல்
1 முன் அரைவட்டக் குழல், 2. பின் அரைவட்டக் குழல், 3. படுக்கை மட்ட அரைவட்டக் குழல். 4. நத்தை கூடு உறுப்பு, 5 சாக்குலஸ், 6. யூட்ரிக்குலஸ்

மண நுகர்ச்சி (Olfactory Sense): எலியின் நாசிக் குழி கள் நன்கு வளர்ச்சியுற்றிருக்கின்றன இக் குழிகளுள் மண நுகர்ச்சி உறுப்புகள் (Olfactory Organs) உள.

17. செல் அமைப்பு

உயிருள்ள பொருளுக்கு புரோடோபிளாசம் எனப் பெயர். இது ஒரு திரவ. திட பொருளாயில்லாமல், குழம்பாய், ஒளி ஊடுருவும் தன்மையதாய், பல கூட்டுப்பொருள்கள் சேர்ந்து விளங்குகிறது. இதில் சில உயிரற்ற மற்றும் வாழ்வுக்குத் தேவை யற்ற பொருள்களும் இருக்கக்கூடும். ஆனால் புரோட்டோ பிளாசம் என்று சொன்னாலே அது உயிரின் தன்மை கொண்ட, உயிருள்ள வையின் குணங்கள் கொண்ட ஒரு பொருள் என்றாகிறது.

வாழ்வின் அடிப்படை உறுப்புகளான செல்களில் தான் புரோட்டோபிளாசம் அமைந்துள்ளது. உயிரியல் துறையில். செயல்களுக்கு அடிப்படை செல்தாம். உயிருள்ளவற்றின் தன்மைகளைக் கொண்ட ஓர் உயிரின் சிறிய பகுதியே செல்லாகும். ஒவ்வொரு செல்லும் தன்னைச் சுற்றி ஒரு சவ்வு போன்ற சுவற்றைக் கொண்டுள்ளது. செல் தன்னைப் போல மற்றோர் செல்லை உண்டாக்க வல்லது. சில உயிரிகள் ஒரே ஒரு செல்லி னால் ஆனவை. ஆனால் மற்றவை எல்லாம் பல செல்களினால் ஆனவை.

செல்லின் அமைப்பை புரிந்துகொள்ள 1940ஆம் ஆண்டு கொண்டுவரப்பட்ட மின்னணு நுண்ணோக்கி (electron microscope) பெரிதும் உதவியது. சாதாரண நுண்ணோக்கிக்கும், மின்னணு நுண்ணோக்கிக்கும் உள்ள வேறுபாடுகளைத் தெரிந்து கொள்வது நல்லது. சாதாரண நுண்ணோக்கியில் ஒளி பயன்படுத் தப்படுகிறது. மின்னணு நுண்ணோக்கியில் ஒளிக்குப் பதிலாக ஓர் ஆங்க்ஸ்ட்ராங் (A^{0}) கிற்கு குறைவான அலை நீளம் (wavelength) கொண்ட மின்னணு கற்றை பயன்படுத்தப்படுகிறது. சாதாரண நுண்ணோக்கியில் கண்ணாடியினாலான பூதக் கண்ணாடி கள் உருவத்தை பெரிதாக்கிக்காட்ட உதவுகின்றன. ஆனால் மின்னணு நுண்ணோக்கியில் மின்காந்த இடைவெளிகள் (electro magnetic fields) பயனாகின்றன. சாதாரண நுண்ணோக்கியில் உருவம் நமது விழித்திரையில் படுகிறது. மின்னணு நுண்ணோக்கி யில் உருவம் ஒரு புகைப்படத்தட்டில் விழும். மின்னணு நுண் ணோக்கியின் மூலமாக சிரமத்துடன் 6-லிருந்து 8 ஆங்க்ஸ்ட்ராங் அளவிலுள்ளவைகளும், சாதாரணமாக 20 முதல் 40 ஆங்க்ஸ்ட் ராங் அளவுள்ளவைகளும் தெரியும். ஆனால் பார்க்கப்படும் பொருள் மிகவும் துல்லியமாகவும் உலர்ந்தும் இருக்கவேண்டும் ஆகவே உயிரோடு உள்ளவற்றை நாம் காண இயலாது.

கடந்த சில ஆண்டுகளில் புதிய செல்லியல் சாதனங்களின் உதவியால், நாம் பல உண்மைகளைக் கண்டறிய முடிந்தது. செல் வேதியியல், திசு வேதியியல், பல வண்ணப் பொருள்களைக் கொண்டு செல் உறுப்புகளை பல வித வண்ண மூட்டுதல், மேலும், தனிப்படுத்துதல், சுழல் விசை மூலம் பிரித்தெடுத்தல், நுண் அறுவை முறைகள், திசுவளர்த்தல் போன்ற பல துறைகளில் நாம் முன்னேறிக் கொண்டிருக்கிறோம்.

வெவ்வேறு செல்கள், வேலைகளுக்கேற்ப, வெளி உரு மாறியிருந்தாலும் சில அடிப்படை ஒற்றுமைகளைக் காட்டுகின்றன.

1. ஒவ்வொரு செல்லைச் சுற்றிலும் இருக்கும் ஒரு செல் சவ்வு (Cell membrane) சுமார் 100A° ஆங்க்ஸ்ட்ராங் தடிப்புள்ளது. இதன்மூலம் சில பொருள்களே செல்லுக்குள் செல்ல முடியும். சில பொருள்களை இது உள்ளே அனுமதிக்காது.

2. ஒவ்வொரு செல்லிலும், உட்கரு (நியூக்ளியஸ்) என்றும் அதைச்சுற்றி சைட்டோபிளாஸம் (Cytoplsam) என்றும் பிரிவுகள் இருக்கின்றன.

3. சைட்டோபிளாஸத்தில், மைட்டோ காண்டிரியா (Mitochondria) லைஸோஸோம்கள் (Lysosomes) ரிபோஸோம்கள் (Ribosoms) போன்ற பல உறுப்புகள் உள்ளன.

4. சவ்வினால் ஆன அகப்பிளாஸ வலையமைப்பு (Endoplasmic reticulum) கோல்ஜி உறுப்புகள்(Golgi apparatus) ஆகியவை உள்ளன.

5. சில பெரிய உயிரிகளில் உட்கருவானது சைட்டோபிளாஸத்திலிருந்து ஒரு சவ்வினால் (Nuclear membrane) பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். உட்கருவினுள் குரோமாட்டின் இழைகள் இருக்கும். இவை செல்பிரிவின் போது குரோமோசோம்களாக மாறி இயங்குகின்றன.

ஒவ்வொரு செல்லும் செயல்படும் போது கீழ்கண்ட ஒற்றுமைகளை தோற்றுவிக்கின்றன.

(1) தன்னுடலைப் போல பொருளை உண்டாக்க, தன்னைச் சுற்றியுள்ள சூழ்நிலையிலிருந்து பொருள்களை உட்கிரகித்து, சக்தியும் பெற்று இயங்குகின்றன.

(2) தன்னைப் போல பொருளை உண்டாக்கத் தேவையான தகவல்களை நிரந்தரமாக அமைத்துக் கொள்ளுகின்றன.

(3) தங்களுடைய வளர்சிதை மாற்றத்திற்கேற்ப தங்கள் உள்ளே சூழ்நிலையை அமைத்துக் கொள்கின்றன.

(4) தங்கள் உள்ளே நடக்கும் பல நிகழ்ச்சிகளை, ஒருமித்து ஒற்றுமையுடன் நடத்துகின்றன.

செல் மாற்றங்கள் (Cellular Differentiation) : ஒரு செல் உயிரிகளில், அந்த செல்லுக்குள்ளேயே பல வாழ்க்கைச்செயல்கள் நடக்கின்றன ஆனால் பல செல் உயிரிகளில், ஒவ்வொரு வேலைக்கும் ஏற்றவாறு செல்கள் மாறுபாடுகளை அடைகின்றன. ஒரு உயிரியின் வளர்ச்சியில் முதலில் உண்டாகும் செல்கள் அதிக மாறுபாடுகளைக் கொண்டிரா.

எப்படி செல்கள் மாறுபாடுகளை அடைகின்றன என்று இன்னும் சரிவர புரிந்து கொள்ள முடியவில்லை. எல்லா செல்களில் உள்ள உட்கருக்களும் ஒரே மாதிரியானவைதான் சைட்டோபிளாசத்தில் உள்ள மாறுபாடுகளைப் பொறுத்து அதன் உள்ளே உள்ள பொருள்களும் மாறுபட்டிருக்கலாம். இதனால் இச் செல்கள் உருவத்திலும், செயலிலும், மாறுபட்டிருக்கும்.

செல், ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையைச் செய்ய மாறுபடும் போது, மற்ற சில செயல்களை இழக்க நேரிடும். நன்குக மாறுபாடமைந்த செல்கள் இனவிருத்தி செய்யமாட்டா. உதாரணமாக நரம்புச் செல், வளருமே தவிர இரட்டிப்புச் செய்யாது. இதனால் எந்த குறிப்பிட்ட செல்லிலும் எல்லாச் செயல்களையும் காண இயலாது.

சில சமயங்களில் செல்கள், மறுபடி மாறுபாடுகளை மாற்றி இனப் பெருக்கம் செய்யக் கூடும். ஆனால் இவற்றின் வளர்ச்சி சீராக கட்டுப்பாட்டில் இருக்காது. பல புற்று நோய்களை இதற்கு உதாரணமாகச் சொல்லலாம்.

திசுக்களாக மாறுபடுதல் : சினை பெற்ற கரு முதலில் ஒரு செல்லால் ஆனது. இதிலிருந்துபெரிய முழு உயிரி வளர்கிறது. பல செல்கள் உண்டாகி அவை மாறுபாடுகளை அடைந்து வெவ்வேறு திசுக்களாக பரிணமிக்கின்றன. முக்கியமாக 5 வகை திசுக்கள் உண்டாகின்றன.

(1) எபிதீலியல் திசு (Epithelial tissue) இது கருவின் எல்லா படைகளிலிருந்தும் (Germ layers) உண்டாகலாம்.

(2) தசைத்திசு (Muscle tissue) இது கருவின் நடுப்படை (Mesoderm) யிலிருந்து உருவாகிறது.

(3) இணைப்புத் திசு (Connective tissue) இதுவும் நடுப்படையிலிருந்தே உண்டாகிறது.

(4) நரம்புத்திசு (Nerve tissue) இது புறப்படை (Ectoderm)யிலிருந்து ஏற்படுகிறது.

(5) இரத்த ஓட்டத் திசுக்கள் (Vascular tissues) இதுவும் நடுப்படையிலிருந்தே அமைக்கப்படுகிறது.

ஒரு திசு (Tissue) என்பது, ஒரு வேலையைச் செய்வதற்காக ஒரே விதமான மாறுபாடுகளை அடைந்த செல்களின் கூட்டம் என்று சொல்லலாம். திசுக்களைப் பற்றி தெரிந்து கொள்வதுதான் திசுவியல் (Histology).

18. செல்லின் செயல்முறை அமைப்பு

(Functional Anatomy of the Cell)

பல வகையான உயிரினங்கள் எல்லாம் செல்களால் ஆனவை தான். இவற்றின் செல்கள் எல்லாவற்றிற்கும் ஒரு ஒற்றுமை, அமைப்பிலும், வேதியியல் குணங்களிலும் நன்ருய்த் தெரியும். ஆகவே, பொதுவாக ஒரு செல், அதிகம் மாறுபாடுகளை அடையாத ஒரு செல், ஒன்றை எடுத்துக் கொண்டு அதனை ஆராய்ந்து பார்ப்போம்.

எல்லா செல்களும் பொதுவாக கீழ்க்கண்ட அமைப்பினைக் கொண்டிருக்கும்.

1. எல்லா செல்களைச் சுற்றிலும் ஒரு மெல்லிய சவ்வு (Membrane) உண்டு.

2. செல்லில் உள்ள உட்கருவும் (Nucleus) அதனைச் சுற்றியுள்ள சைட்டோபிளாஸமும் (Cytoplasm) தெளிவாகப் பிரிந்திருக்கும்.

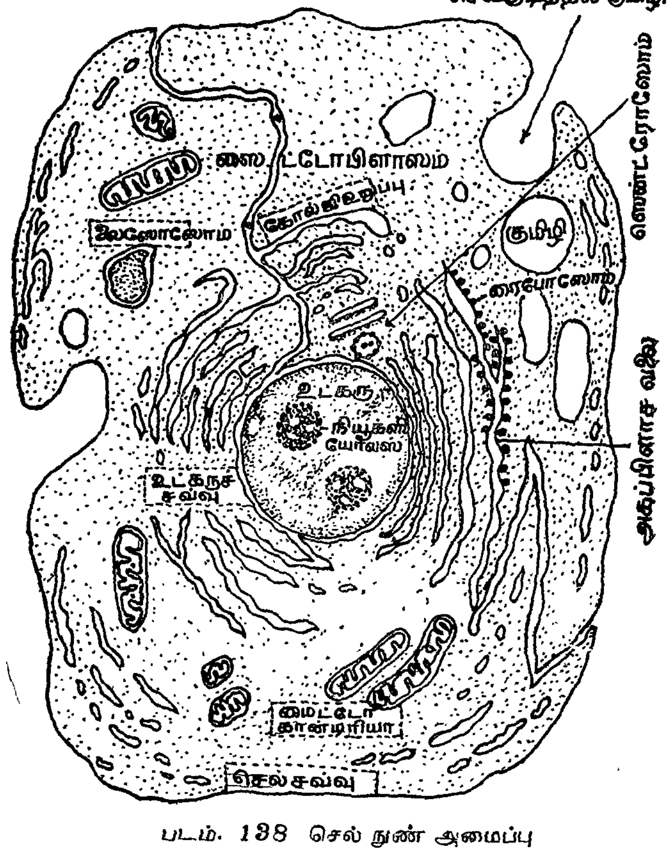
3. சைட்டோபிளாஸத்தில் பல நுண்ணுறுப்புகளும் உண்டு. இவைகளில் தாவரங்களுக்கே உரிய பச்சையம் (Chlorophyll) உள்ள பசுங்கணிகங்கள் (Chloroplasts), மைட்டோ காண்டிரியா (Mitochondria) ஆகியவை முக்கியமானவை. மற்றும் லைசோசோம் (Lysosomes) கள், சென்ட்ரோசோம்கள் (Centrosomes) போன்ற நுண்ணுறுப்புகளும் உள்ளன. மேலும், சைட்டோபிளாஸத்தில் உள்ளே சவ்வினுல் ஆன உட்பிளாசவலையமைப்பு (Endoplasmic reticulum) ஒன்றும் உள்ளது. இதன் பரப்பில் பல சிறு துகள்கள் போல் உள்ள ரிபோஸோம்கள் (Ribosomes) அமைந்துள்ளன. கோல்ஜி (Golgi) உறுப்புகளும் இந்த வலையமைப்பை ஒட்டியே இருக்கின்றன.

4. உயர்மட்ட உயிரிகளில், உட்கருவானது அதனுடைய சவ்வினுல் சைட்டோபிளாஸத்திலிருந்து தனித்து விளங்கும். உட்கருவினுள் க்ரோமாடின் இழைகள் இருக்கின்றன இவை டி.என்.ஏ. (DNA) என்ற வேதியியல் பொருளால் ஆனவை. செல்பிரிதலின் போது இவை குரோமோசோம்களாக (Chromosomes) தெளிவாக தெரிகின்றன. மற்ற சமயங்களில் தெளிவற்ற சிக்கல் போல அமையும். மற்றும் உட்கருவின் உள்ளே நியூக்ளி

யோலஸ் (Nucleolus) என்ற உறுப்பும் உள்ளது. இது செல் பிரிதலின் போது பல சுழற்சி மாற்றங்களை அடைகிறது. இது ஆர். என். ஏ. (RNA) என்ற பொருள் நிறைந்தது. இது புரதச் சேர்க்கையில் முக்கிய பணி செய்கிறது.

செல்லின் நுண் அமைப்பு விவரங்கள் (Ultra Structure of the Cell)

சாதாரண நுண்ணோக்கியின் மூலமாக காண முடியாத நுண் அமைப்புகளை மின்னணு நுண்ணோக்கி (Electron microscope) யின் மூலமாக நாம் அறிய முடிவதால், இந்த மின்னணு நுண்

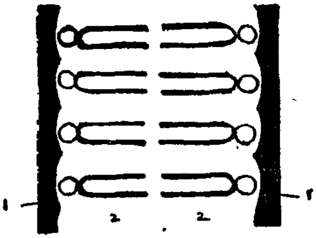


படம். 138 செல் நுண் அமைப்பு

ணோக்கியின் கண்டுபிடிப்பு செல்லியலில் ஒரு புரட்சியையே ஏற்படுத்தியுள்ளது. மேலும் பல புதிய செயல் முறைகள் செல்லினுள்

நடக்கும் வேதியியல் மாற்றங்களையும் அறிய வாய்ப்பை ஏற்படுத்திக் கொடுக்கின்றன. பல சிக்கலான பிரச்னைகளை நாம் புரிந்து கொள்ளத் துவங்கியிருக்கிறோம்.

செல் சவ்வின் குணங்கள் : (a) ஊடுருவும் தன்மை (Permeability). சவ்வினூடே பொருள்கள் ஊடுருவுதல் மூன்று இயல்புகளைப் பொறுத்துள்ளன. (1) கொழுப்பில் கரையும் தன்மை அதிகமாக இருந்தால் அது வேகமாக சவ்வினூடே ஊடுருவும், (2) மிகச் சிறிய அயனிகளாக அதாவது 7A° அளவுக்குக் குறைந்த துகள்கள் எளிதாக ஊடுருவுகின்றன (3) மாவுப் பொருள்கள், புரதம், ஸோடியம் ஆகியவை மேற்கண்ட முறையில் ஊடுருவுவதில்லை.



படம். 139
செல்சுவர் விளக்க அமைப்பு
1. புரத அமைப்பு
2. கொழுப்பு அமைப்பு

இவை ஊடுருவுவதற்கு பிரத்யேகமான ஏற்பாடுகள் உள்ளன.

(b) மேற்பரப்பு விரைப்பு (Surface tension) இது மிகக் குறைவாக உள்ளது. லிபிட் படையின் வெளியே புரதம் உட்கிரகிக்கப்படுகிறது என்பதற்கு சான்றுகள் உள்ளன.

(c) மின்னணுத் தன்மை (Electrical properties) செல் சவ்வு அதிகமான மின்னணு எதிர்ப்புச் சக்தி உள்ளது. இதனால் இது அதிகமாக லிபிட்டினால் ஆனது என்பது தெளிவாகிறது.

வேதியியல் தன்மைகள் (Chemical properties) : முழு செல்லின் செயற்பாட்டியல் (Physiology) மற்றும் உயிரியல் வேதியியல் செயல்முறைகள் (Biochemical process) ஆனவைகளுக்கேற்ப அதன் செல் சவ்வின் வேதியியல் அமைப்பும் அமைந்திருக்கும். முக்கியமாக உயிர்புற்ற (active) போக்குவரத்தை (transport)

யொட்டி அதன் ஏ. டி. பேஸ் (A. T. Pase) அமைப்பும் இருக்கும். எல்லா செல்களிலும், முக்கியமாக மூளை, கல்லீரல் போன்றவை களிலும், உள்ள காங்க்ளியோசைட் (Gangliosides) என்று சொல்லக்கூடிய கூட்டமைப்புகள் தனித்தன்மை படைத்தவை.

செல் சவ்வின் வேலைகள் :

(1) போக்குவரத்து : செல்லின் உள்ளேயும் வெளியேயும் செல்லக்கூடிய பொருள்களைப் பொறுத்துத்தான் அதன் உட்புற சூழ்நிலை அமையும். இதில்தான் செல்லின் பாதுகாப்பு அடங்கியுள்ளது.

எப்படி பொருள்கள் செல்லினுள்ளும், அதனின்று வெளியேயும் செல்கின்றன என்றறிவது உயிரியலில் ஒரு பெரிய பிரச்னை. எல்லா பிரச்னைகளும் தெளிவாக்கப்படாவிட்டாலும் பல சோதனைகள் மூலம் பல அரிய உண்மைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆகவே ஒரு சவ்வின் ஊடே எப்படி மூலக்கூறுகள் (Molecules) செல்கின்றன என்றறிவது முக்கியமாகிறது.

மூலக் கூறுகளின் அசைவுகள் (Movement of molecules)

திட, திரவ வாயுப் பொருள்களில் மூலக் கூறுகள் எல்லாமே தொடர்ந்து அசைவுற்ற வண்ணமே உள்ளன. அவை ஒரே நேர்க் கோட்டில் செல்கின்றன. ஏதாவது எதிர்பட்டால் அதில் மோதி திசை திரும்பி வளைந்து வளைந்து செல்கின்றன. (ப்ரௌனியன் அசைவு (Brownian movement)

ஒரு பொருளின் மூலக் கூறுகளின் அசைவு அவற்றின் அடர்த்தியின் அழுத்தத்தை (diffusion pressure)பொறுத்துள்ளது. இரு வேறுபட்ட மூலக் கூறுகள் கொண்ட இரு பொருள்களை சேர்க்கும் போது மூலக் கூறுகள் இரண்டாக கலந்து சமமாக பரவி நிற்கும். இந்தப் பரவுதல் அயான்கள் அடர்த்தி அதிகமாக உள்ள இடத்திலிருந்து அயான்கள் அடர்த்தி குறைந்த இடத்திற்கு ஏற்படும். இந்த அசைவு திடப் பொருள்களில் மிக மெதுவாகவும் வாயுப் பொருளில் வெகு வேகமாகவும் நடைபெறும் இரண்டு வித மூலக் கூறுகளிடையே ஊடு பரவக் கூடிய தன்மையுள்ள (Permeable) சவ்வு இருந்தாலும் இது நடைபெறும்.

ஆனால் ஒருவித மூலக்கூறுகளை மட்டும் ஊடே அனுமதிக்கக் கூடிய சவ்வு இருந்தால் வேறு விதமான செயல் காண்கிறது. ஒரு வித மூலக் கூறுகளை சவ்வு தன்னூடே அனுமதிப்பதில்லை ஆனால் மற்ற வகை மூலக் கூறுகள் எப்பக்கமும் சவ்வின் ஊடே செல்லலாம். சிறிது நேரம் சென்று அனுமதிக்கப்படா மூலக் கூறுகள் சவ்வின் ஒரு புறமும் மற்ற மூலக் கூறுகள் இரு புறமும் இருக்கும் ஆக சவ்வின் ஒரு புறம் அதிக மூலக் கூறுகள் வந்து சேரும்.

இதையே ஒரு தொட்டி போன்ற அமைப்பில் இரு வித மூலக் கூறுகளை சவ்வினால் பிரித்து வைத்தால், ஒரு புறம் அதிக அளவில் மூலக் கூறுகள் சேர்வதைக் காணலாம். இவை அதிக அழுத்தத் துடன் இருப்பதால் இவற்றின் மேலே அமைத்த தண்டு ஒன்றையும் மேலே தூக்க முடியும் இந்த தண்டினை மேலே தூக்க தேவைப் படும் சக்தியை அளக்க முடியும். இதைத் தான் சவ்வூடு பரவுதல் (Osmotic) சக்தி என குறிப்பிடுகிறோம் சவ்வூடு பரவுதலிலும், ஊடே பரவுதலிலும் அதிகஅடர்த்தியுள்ள மூலக்கூறுகள், அடர்த்தி குறைந்த இடத்திற்கு வருகின்றன. இரு பக்கமும் சமமான அடர்த்தி இருந்தால் அப்போது சவ்வூடு பரவல் சமநிலை (Osmotic balance) இருக்கிறது எனச் செல்லலாம்.

சவ்வூடு பரவுதலைக் கட்டுப்படுத்தும் காரணிகள்

1. நெய்ப்பின் (Viscosity) அளவு (degree): ஒரு பிளாஸ்மா சவ்வில் பொட்டாஸியம். கால்ஷியம் ஆகியவை, ஊடுருவும், தன்மையை பாதிக்கின்றன. ஏனெனில் பொட்டாஸியம் சவ்வை சிறிது திரவமாகவும் (Sol state) கால்ஷியம் சவ்வை சிறிது நெய்ப்புப் பொருளாகவும் மாற்றுகிறது.

2. மூலக்கூறுகளின் அளவும் துளைகளின் அளவும் : ப்ரோட் டோபிளாஸத்தின் பரப்பைத் தாக்குகின்ற மூலக்கூறுகளின் அளவு ஊடுருவுதலைப் பாதிக்கின்றது. இதனை விளக்க சவ்வில் துளைகள் என்ற கொள்கை ஏற்பட்டது.

3. சவ்வில் உள்ள கொழுப்புப் படை (Fatty layer)யின் கரைக்கும் தன்மை : சவ்வில் உள்ள கொழுப்பும் மற்ற ஏனைய பொருள்களும் சில க்ளோரோபார்ம், ஈதர் போன்றவைகளால் கரைக்கப்படுகின்றன. இதனால் மற்ற பொருள்கள் ஊடுருவ இய லாது. பரப்பு இவ்விதம் பாதிக்கப்படுவதால் பிராணவாயு உள்ளே செல்வது தடுக்கப்பட்டு, வளர்சிதை மாற்றம் குறைகிறது. (மூளைச் செல்கள் அதிக அளவு கொழுப்புப் பொருள்களை உடையன).

4. பிளாஸ்மா சவ்வில் உள்ள மின்னணு ஏற்றம் (Electrical charge): புரத மூலக்கூறுகள் மின்னணு நேர்மறை(Positive charge) ஏற்றம் அல்லது எதிர்மறை ஏற்றம் (Negative charge) கொண்டி ருக்கும். செல் சவ்வின் முக்கிய பாகம் புரதமாகையினால் செல் சவ்வும் மின் ஏற்றம் கொண்டிருக்கும். புரோட்டோபிளாஸத்திற்கு தேவையானதும், சாதாரண சூழ் நிலையில் உள்ளதுமான, ஸோடி யம் (Na^+) பொட்டாஸியம் (K^+) ஆகியவை நேர்மறை ஏற்ற முடையனவாகவும் (Positively charged) க்ளோரின் (Chlorine) (Cl^-) ஹைட்ராக்சைட் (hydroxide) (OH^-) முதலிய எதிர்மறை

ஏற்றமுடையனவாகவும் (Negatively charged) இருக்கும். நேர் மறை ஏற்றமுள்ள சவ்வு ஸோடியம், பொட்டாஸியம் ஆகியவற்றை எதிர்த்தும் க்ளோரின், ஹைட்ராக்சைட் ஆகியவற்றை ஈர்த்தும் செயல்படும்.

சவ்வூடு பரவுதல் ஏற்பட ஒரு சவ்வின் இருபக்கமுள்ள மூலக் கூறுகளின் அடர்த்தியின் வித்தியாசம் காரணமாயிருப்பது போல் ஒரு சவ்வின் ஊடே உயிர்ப்பு ஏற்றமானது (active transport) அடர்த்தியைப் பொறுத்து இல்லாமல் அதற்கு நேர் எதிரிடையாக அமையும். ஆனால், இதற்கு தொடர்ந்து ஒரு சக்தி தேவைப்படு கிறது. இச்சக்தி எப் பரப்பில் உயிர்ப்பு ஏற்படுகிறதோ அப் பரப்பை அதே நிலையில் வைத்திருக்க உதவுகிறது.

கடந்த 20 ஆண்டுகளில் எப்படி உயிர்ப்பு ஏற்றம் ஏற்படுகிறது என்பதை ஆராய்ந்து, அதற்கு பல நொதிகள் செல் சவ்வின் பரப்பில் பயன்படுத்தப்பெறுகின்றன என்று அறிந்து கொண்டுள் ளோம்.

ஆக செல் சவ்வின் ஒரு முக்கிய வேலை மூலக் கூறுகளும் அயான்களும் பரவுதலைக் கட்டுப்படுத்துவதாகும். இது மூன்று விதங்களில் நடைபெறுகிறது அவையாவன : சாதாரண ஊடுரு வல் (Passive diffusion) மாற்று ஊடுருவல் (exchange diffusion) உயிர்ப்பு ஊடுருவல் (Active transport) ஆகும். சில பெரிய மூலக்கூறுகள் எப்படி செல்லினுள் செல்கின்றன என்று இன்னமும் ஐயமறத் தெரியவில்லை. இதைப்பற்றி ஒன்றுக்கொன்று எதிரிடை யான கொள்கைகள் உள்ளன. சிலர் சக்தி செலவழிக்கப்பட்டுத் தான் இவை செல்லுக்குள் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன என்றும், மற்றும் சிலர் குளுகோஸ் போன்ற மூலக்கூறுகள் சக்தி செலவு இல்லாமலேயே உள்ளும் வெளியும் போய் வரக்கூடும் என்றும் கருதுகின்றனர். சில பொருள்களை வெளியே ஒதுக்கிவிட்டு மற்றும் சிலவற்றை உள்ளேயோ அல்லது வெளியேயோ செல்ல அனுமதித்து, செல்சவ்வானது செல்லினுள்ளே உள்ள சூழ் நிலையை கட்டுப்படுத்துகிறது. பிளாஸ்மா சவ்வானது சில திடப் பொருள்களை உட்குழித்துப்பிடிக்கிறது. (Phagocytosis). இது அமீபா தன் உணவைப் பிடித்தல் போன்றது. திரவப்பொருள்களை செல் குடித்தல் மூலம் (Pinocytosis) தன்னுள்ளே எடுத்துக்கொள் கிறது. இம்முறைகளின் மூலமாகத்தான் செல்லானது பெரிய மூலக்கூறுகளை உட்கொள்கிறது.

செல்சவ்வின் கடத்தல் (Conductivity) இது செல்சவ்வின் மற்றொரு முக்கிய குணமாகும். இச்சவ்வில் சிறிய உணர்ச்சித் தூண்டலால் எங்காவது துருவமாற்றம் (Depolarisation) ஏற்பட்

டால் அது ஒரு அலைபோல் பரவுகிறது. இக்குணந்தான் நரம்புச் செல்லில் செயல்களுக்கு அடிப்படையாக விளங்குகிறது.

நரம்பின் ஆக்ஸான் (Axon) இழையைச் சுற்றியுள்ள செல் சவ்வானது. நரம்பிழையைவிட்டு மின்னணுத்திறன் வெளியேறி வீணுகாமல் பாதுகாக்கிறது.

II. சைட்டோ பிளாஸம் (Cytoplasm)

ஒரு செல்லின் உள்ளே உள்ள பொருள்கள் பெரிய மூலக் கூறுகள், சிறிய அங்ககக்கூட்டுப் பொருள்கள் மற்றும்பல அயான் (Ions)கள் சேர்ந்த ஒரு கலவை யாகும். கொலாய்ட் (Colloid) என்று சொல்லப்படும் இக்குழம்பு போன்ற பொருள் சில சமயங் களில் திரவப்பொருளாகவும், மற்றும் சில சமயங்களில் திடப் பொருள் போன்ற இழைகளாகவும் மாறக் கூடும்.

சைட்டோ பிளாஸத்தில் உறுதியான சட்டகம் (Skeleton) போன்ற அமைப்பு உண்டா என்ற பிரச்னை வெகுகாலமாக இருந்து வந்திருக்கிறது. மின்னணு நுண்ணோக்கிவழியே ஆராய்ந்து பார்த்தால் அவ்வித சட்டகம் ஏதும் இல்லை எனத் தெரிகிறது. ஆனுல் அசைவுகளை ஏற்படுத்தக்கூடிய சிலியா (Cilia) என்ற குறு இழைகள் பிளஜெல்லா (Flagella) என்ற நீளிழைகள் மற்றும் சென்ட்ரியோலில் உள்ள இழைகள் ஆகியவை சைட்டோ பிளாஸத்தின் மாறுபாடுகளென்றும் இவை வேதியியல் சக்தியை பௌதிக சக்தியாக அல்லது இயக்கச் சக்தியாக மாற்றும் வல்லமை படைத்தவை என்று தெரியவரும்.

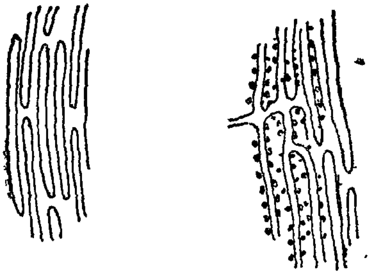
சைட்டோபிளாஸத்தினுள் பல நுண்ணுறுப்புகள் (Organelles) உள்ளன. மைட்டோ காண்டிரியா (Mitochondria) தாவர செல்களில் உள்ள பசுங்கணிகங்கள் (Chloroplasts) லைஸோ ஸோம்கள் (Lysosomes) உட்கரு (Nucleus) இன்னும் சில கொழுப்புகள் ஆகியவை ஒவ்வொன்றும் ஒரு சவ்வினுல் சூழப் பட்டிருக்கும்.

III. உட்பிளாஸ வலையமைப்பு (Endoplasmic reticulum) :

பிளாஸ்மா சவ்வை கூர்ந்து கவனித்தால், அது ஆங்காங்கே உட் குழித்து நீண்ட கால்வாய்கள் போல் செல்லின் உட்பகுதி வரை செல்வது தெரியும். இவை ஒன்றுடன் ஒன்று இணைந்து பின்னுல் வலைபோல் செல்முழுதும் வியாபித்திருக்கும். இதற்கு உட்பிளாஸ வலையமைப்பு என்று சொல்கிறோம். இதில் மூன்று பிரிவுகள் உண்டு.

(1) வழவழப்பான வலையமைப்பு (Smooth reticulum) இவை சைட்டோபிளாஸத்தில் தகடுகள் (Lamella) போலவும் இழைகள் போலவும் சமக்கோடுகள் (Parallel) போல் அமைந்திருக்கும். இவை சுமார் 50A° தடிப்பாக இருக்கலாம்

(2) இச்சவ்வுகளுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி குழல்கள் அல்லது மெல்லிய வாய்க்கால்கள் போன்றவை.



A B

படம். 140
செல் அகப்பிளாச வலை
A. சாதாரணமானது
B. சொரசொரப்பான வலை

(3) சில இடங்களில் உருண்டை வடிவமான ஆர். என். ஏ., (R N A) புரதங்கள் (சுமார் 1·30-லிருந்து 150A° குறுக்களவு உள்ளவை) உட்பிளாஸ வலைச்சவ்வுகளின்மேல் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். இதனுல் இதற்கு சொரசொரப்பான (Rough reticulum) வலையமைப்பு எனப்பெயர்.

சைட்டோபிளாஸ வலையமைப்பு, உமிழ்நீர் சுரப்பிச்செல்கள் போன்ற சுரப்புச் செல்களில் தெளிவாகத் தெரியும். சிறு நீரக குழல் செல்களிலும் தசைச்செல்களிலும் மிகக் குறைவாக இருக்கும். இரத்தத்தின் சிவப்பு வடிகங்களிலும் இன்னும் சில கருச்செல்களிலும் இவை இல்லை. ஸ்டீராய்ட்ஸ் (Steroids) என்று சொல்லக் கூடிய சிலவகை கொழுப்புப் பொருள்களை உண்டாக்குகின்ற செல்களில் வழவழப்பான வலைய்மைப்பு காணப்படும்.

உட்பிளாஸ வலையமைப்பில் உள்ள சவ்வுகள், செல்லின் பிளாஸ்மா சவ்வின் அளவிலேயே தான் உள்ளன. இது சில இடங்களில் உட்கருவின் சவ்வைத் தொடர்ந்தே இருக்கும். உட்கருவின் சவ்வைச் சுற்றியே தான் இவை உருவாகின்றன என்று நினைக்க இடமுண்டு.

வேலைகள் : 1. உட்பிளாஸ வளையமைப்பின் முக்கியமான வேலைகளில் ஒன்று புரதச் சேர்க்கை (Protein synthesis) ஆகும். மின்னணு மாற்றம் (electron transport) அயான்கள் மாற்றம் (ionic transports) ஸ்டீராய்ட் மற்றும் சில கொழுப்புகளின் வளர்சிதை மாற்றம் மற்றும் சில ஆக்ஸிடேஷன் செயல்களுக்கும் இது பயன் படுகிறது.

2. வாய்க்கால்கள் போல உள்ள இதன் அமைப்பு செல்லின் உள்ளே ஓரிடத்திலிருந்து மற்ற இடத்திற்கு வளர்சிதை மாற்றப் பொருள்களை கடத்திச் செல்ல பயன்படுகிறது.

3. வேறு சில சவ்வுகள் உண்டாவதற்கு இந்த வலையமைப்பு ஆதாரமாக இருக்கிறது.

நுண்ணகங்கள் (Microsomes)(மைக்ரோஸோம்கள்) செல்லின் உள்ளே, அதிதீவிர படியவைக்கும் சக்தியால் படியக்கூடும் சிறிய துகள்களை க்ளாட் (Claude 1945) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். இவை இயற்கையிலேயே செல்களில் இல்லாவிட்டாலும், பிரித்து படியவைக்கும் சாதனங்களால் உண்டாக்கப் பெற்று படிகின்றன. மின்னணுநுண்ணோக்கி மூலம் பார்க்கும்போது, இவை அதிக அளவு ஆர் என் ஏ (RNA) கொண்டவைகளாய் சுமார் 500 முதல் 3000A° அளவு பரிமாணமுள்ளவைகளாகவும் தோன்றுகின்றன. இவை உட்பிளாஸ வலையமைப்பின் துண்டுகளாக குழல்கள் போலவும் பைகள் போலவும் உள்ளன.

IV. ரிபோஸோம்ஸ் (Ribosomes)

இவை சொரசொரப்பான வலையமைப்பில் இருந்து பிரிக்கப் பட்டு பாலேட் (Palade 1953) என்பவரால் வர்ணிக்கப்பட்டன.

அமைப்பு: இவைகளை மின்னணு நுண்ணோக்கியின் மூலம் நேரிடையாகக் காணலாம். கடைநிலை விரிமைய சக்தியால் (ultra centrifugation) இவற்றை பிரித்து ஆராயமுடியும். பொருள் சரியான அயான் அடர்த்தியும், அமிலகாரதன்மையும் (pH) மக்னீஷியமும் (Magnesium) உள்ள திரவத்தில் இட்டு அதி வேக விரிமைய சக்தியால் (1மணிக்கு சுமார் 100,000×g அளவுள்ள) படியவைத்தால், இவை தனித்து வருகின்றன. இம் முறையை கடைபிடித்து எச் கே. ஷேஸ்க்மான், (H. K. Schascman) ஜே டி. வாட்ஸன் (J.D. Watson) ஏ டிஸ்ஸியர்ஸ (A. Tissieres) ஆகியோர், ரிபோஸோம் என்ற பொருள் இரண்டு சரிசமமில்லாப் பொருள்களால் ஆனது என்று கண்டனர்

படிகின்ற வேகத்தின் அளவைப் பொறுத்து இந்தப் பொருள்கள் பெயரிடப்பட்டுள்ளன (Unit of Sedimentation Velocity) (S) இ. கோலை (E. Coli) என்ற பாக்டீரியாவில் ஒரு பொருள் 30 S என்ற விகிதத்திலும் மற்றொன்று 50 S என்ற விகிதத்திலும் படிகிறது. ஆனால் இது திரவத்தின் மக்னீஷியம் அடர்த்தியைப் பொறுத்து மாறுபடும் ஒரு செல்லின் இவ் விரு பொருள்களும் சாதாரணமாக இணைந்தே இருக்கும். இது 70Sஎன்ற விகிதத்தில் படியும் (இது ஏனென்றால் இரண்டின் கூட்டும்

பொருளின் வடிவம் படிகின்ற வேகத்தை நிர்ணயிக்கிறது. இ கோலை (E. Coli) என்ற செல்லினுள் உயிரியல் முறையில் செயல் படுகின்ற பொருள்கள் இந்த 70S என்ற விகிதத்தில் படிகின்ற கூட்டுப் பொருளேயாகும். பாட்டர்ஸ்மேன் (Patersman) பாவ் லோயக் (Pavloec) (1966) என்ற இருவரும் பாலூட்டிகளின் செல் களிலிருந்து ரிபோஸோம்களை தனியே எடுத்து வெற்றிகண்டனர் 33S என்ற விகிதத்திலும் 54S என்ற விகிதத்திலும் படிகின்ற பொருள்களின் கூட்டுப்பொருள் 80S என்ற விகிதத்தில் படிந்தன.

வேதியியல் அமைப்பு: ரிபோஸோம்கள் முக்கியமாக புரதத் தாலும் ஆர் என். ஏ. (RNA) என்ற பொருளாலும் ஆனவை மற்றும் மக்னீஷியம், பாலி அமீன்கள் (Polyamines) என்ற பொருள் களும் இருக்கின்றன. வார்னர் (Warner) (1966) என்பவர் a b,c என்ற மூன்று வகை புரதங்களை கண்டறிந்தார். இப்புரதங்களின் மூலக்கூறு எடையானது (Molecular weight) 12000 முதல் 25000 வரை இருக்கும். பாலேட் (Palade) ஸெஸ்கவிட்ஸ் (Seikevitz) ஸாமெக்னிக் (zamecnik) ஆகியோர் இந்தப் பொருள்களை ஆய்ந்து அவற்றின் அமைப்பையும். முக்கியத்துவத்தையும் கண்டறிந்தனர். செல்லின் உள்ள மொத்த ஆர். என். ஏ-யில் 85 சதவிதம் இவைகளில் உள்ளன. நியூக்ளியோலிலஸில் இந்த ஆர். என் ஏ. உருவாக்கப்பெற்று, ஆர். என். ஏ. பாலிமரேஸ் (RNA Polymerase) என்ற நொதியினால் ஊக்குவிக்கப்படுகின்றன என்றும் இது டி என் ஏ (DNA) ஐப் பொறுத்தே உண்டாகிறது என்றும் தெளிவாகத் தெரிகிறது. ரிபோஸோமில் உள்ள ஆர் என் ஏயும் புரதமும் அதிக காலம் இருக்கின்றன. (சுமார் 5 நாட்கள்)

ரிபோஸோமின் பணிகள்: செல்லின் புரதச் சேர்க்கைக்கான இடமாக இவை அமைந்துள்ளன. இவை அநேகமாக எல்லா திசுக்களிலும் இருந்தாலும், எங்கெல்லாம் புரதச் சேர்க்கை நடக் கின்றதோ அங்கெல்லாம் இவை அதிகமாக உள்ளன. அதாவது ஒரு திசுவின் புரதச் சேர்க்கை நடக்கும் விகிதத்திற்கும் ரிபோ ஸோம்களின் அடர்த்திக்கும் தொடர்பு உள்ளது.

V கோல்ஜி உறுப்புகள் (Golgi apparatus)

காமிலோ கோல்ஜி (Camilo Golgi) என்ற இத்தாலிய விஞ்ஞானி 1898ம் ஆண்டு ஆந்தையின் நரம்புச்செல் சைட்டோபிளாஸத்தில் அது வரை கண்டறியப்படாத சில நுண்ணுறுப்புகளைக் கண்டார். இது ஒரு வெள்ளி சம்பந்தப்பட்ட திறப் பொருளின் உதவியால் முடிந்தது. இதற்கு பல ஆண்டுகள் முன்பே இதே உறுப்புகளை ஸ்பானிய விஞ்ஞானி, ஸான்டியாகோ ரமன் கஜால் ஒய்,

(Santiago Ramon Y. Cajal) என்பவர் விவரித்திருக்கிருர். இதற்காக 1906-ம் ஆண்டில் இருவருக்கும் உடற் செயற்பாட்டியல், மருத்துவத் துறைக்கான நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. அதற்குப் பிறகு பலர் இவற்றை ஆராய்ந்து பல புதிய பெயர்களையும் சூட்டினர். அவை, டிக்டியோ ஸோம்ஸ் (dictyosomes) கோல்ஜி பொருள் கள் (Golgi bodies) லிபோ காண்டிரியா (Lipochondria) உள் வலையமைப்பு (Internal reticulum apparatus) வாய்க்கால் மண்டலம் (Canalicular system) ட்ரோபோஸ்பான் ஜியம் (trophospongium) என்பன போல பலவாகும். கோல்ஜி உறுப்புகளைப்பற்றி பல அறிவியல் குறிப்புகள் வந்த போதிலும் 1950 வரை அவை செல்லின் அங்கங்களாக உள்ளனவா அல்லது செல்லைப் பிரித்து ஆராயும் சோதனைகளால் ஏற்படுகின்றனவா என்ற ஐயம் இருந்து வந்தது. பிறகு தான் டால்டன் (Dalton) என்பவர் இவற்றை மின்னணு நுண்ணோக்கியின் மூலம் கண்டறிந்து ஐயங்களைத் தெளிவுபடுத்திஞர். இவர் கோல்ஜி உறுப்புகள் எல்லா செல் களிலும் இருப்பதையும் அவை பல அடுக்குகள் தட்டையான குழல்கள் அல்லது பைகள் போல அமைந்திருப்பதையும் காட்டிஞர்.



படம். 141
கோல்ஜி உறுப்புகள்
1. தட்டையான பைகள், 2. பைகள்.

அமைப்பு : செல்லின் உள்ளே கோல்ஜி உறுப்புகள் இருக்கும் இடம் அவற்றின் பரிமாணம், உருவம் முதலியவை பல செல்களில் மாறுபட்டிருக்கும். ஆனுல் சில அடிப்படை ஒற்றுமைகள் உண்டு. சுண்டெலியின் கணைய சுரப்பிச் செல்களில் (exocrine cells of Pancreas) ஜோஸ்ட்ராண்ட் (Jyostrand) ஹேன்ஸன் (Hansen) என்ற இருவரும் கீழ்க்கண்ட அமைப்பினைக் கண்டனர்.

1. கோல்ஜி உறுப்பின் அடிப்படைப் பொருள். இது சிறு துகள்கள் நிறைந்த மாதிரியும் அல்லது வலைப்பின்னல் போன்றும் உள்ள ஒரே சீரான பொருள்.

2. கோல்ஜி சவ்வுகள். இவை தகடு போல் மெலிந்த சில குழல்களாக சாதாரண செல் தயாரிப்புகளில் தெரியும். இவற்றிற்கு ஸிஸ்டர்னே (Cisternae) அல்லது லெமல்லே (lamallae) எனப் பெயர். கணைய சுரப்பிச் செல்களில் இவை கொழுப்புள்ள இரட்டைச் சவ்விஞல் ஆனவை இந்த லெமல்லே 60 முதல் 70 A° தடிப்புள்ளதாகவும் சவ்வுகளுக்கு இடையே 70A° வெளி உள்ளதாகவும் இருக்கின்றன. இச் சவ்வுகளில் ஒட்டிக்கொண்டு துகள்கள் ஏதும் இல்லை.

3. சாற்றுக் குழி (Vacuoles) கோல்ஜிக் குழல்கள் விரிவதால் ஏற்படும் உருண்டையான அல்லது சரிசீரல்லாத குமிழிகள் (சாற்றுக் குழிகள்) தெரிகின்றன.

4. கோல்ஜி துகள்கள் (Golgi granules) இவை சிறு குமிழ்களாக உறுப்பின் வெளிப்புறத்தில் தெரிகின்றன. இவை சுமார் 40A° முதல் 600A° வரை பரிமாணமுள்ளவை இவை தகடு போல் மெலிந்த குழல்களிலிருந்து பிரிந்து தனித்து நின்றவை என்று நம்பப்படுகிறது. கோல்ஜி உறுப்பின் முக்கிய பாகம் இந்த ஸிஸ்டர்னே (cisternae) என்று சொல்லப்படும் தகடு போல் மெலிந்த குழல்கள்தாம்.

இருப்பிடம் : செல் வகைகளைப் பொறுத்து கோல்ஜி உறுப்பின் இருப்பிடம் மாறுபடுகிறது. சாதாரணமாக இவை உட்கருவின் அருகில் ஸென்ட்ரோஸோமை உட்படுத்திக் காணப்படும். சில செல்களில் இவை சைட்டோ பிளாஸம் முழுதும் வியாபித்திருக்கலாம் சுரப்பிச் செல்களில், இவை உட்கருவிற்கும் செல்லின் சுரப்பு முனைக்கும் இடையே காணப்படும்

பௌதிக இயல்பு : சாதாரணமாக இது திரவப் பொருளாக இருந்தாலும் செல்லின் தன்மைக்கேற்ப ஆங்காங்கே மாறுபட்டுக் காண்கிறது. சைட்டோ பிளாஸத்தைவிட இதன் ஒப்படர்த்தி (Specific gravity) சற்று குறைவாகவே இருக்கும்.

வேதியியல் இயல்பு: இது மிக சிக்கலானது. அதிக வேறுபாடுகள் கொண்டதும் ஆனதால் அதிகமாக புரிந்து கொள்ளப்படவில்லை. இது கொழுப்பில் கரையக் கூடியதாக இருப்பதால் இதுவும் கொழுப்பு சம்பந்தமான பொருளாக இருக்கக் கூடும். முயலின் குடல் செல்களிலிருந்து அதி தீவிர விரிமைய சக்தியால் பிரித்தெடுக்கப்பட்ட கோல்ஜி உறுப்புகள் புரத. மாவுப்பொருள் கூட்டமைப்பைக் காட்டுகின்றன இதில் வைட்டமின் C இருப்பதை போர்ன் (Bourne) என்பவர் சுட்டிக் காட்டியிருக்கிறார் இருந்தாலும் இதன் இருப்பிடத்தை திடடவட்டமாகச் சொல்வது சரியல்ல நியூக்ளிக் அமிலங்கள் இவற்றில் இல்லை அங்ககப் பொருள்களும் வெகு குறைவாகவே இருக்கின்றன குடலின் சுரப்பிச்செல்களில் இவற்றில் ம்யூகோபாலிஸாக்கரைட் (Muco polysaccharides) இருப்பதை பெர்லின் (Berlin 1967) ருசுப்படுத்தியிருக்கிறார் கார பாஸ்பட்டேஸ்'கள் (alkaline phosphatases) அமில பாஸ்பட்டேஸ்'கள் (acid phosphatases) நியூக்ளியோஸைட் டை பாஸ்பட்டேஸ்'கள் (Nucleoside phosphatases) தையமின் பைரோ பாஸ்பட்டேஸ்'கள் (Thyamine pyrophosphatses)

முதலிய நொதிகள் இருக்கின்றன. கோல்ஜி உறுப்புகள் இவற்றின் தனித்திடும் தன்மை அடர்வு ஏற்படும் தன்மை. சுரக்கும் தன்மை ஆகியவைகளுக்கும் நொதிகளுக்கும் உள்ள சம்பந்தம் புரியவில்லை.

தோற்றம் செல்லின் கோல்ஜி உறுப்புகள் ஏற்படும் வகை பற்றி 3 எண்ணங்கள் உள்ளன. 1. அவை புதிதாக ஏற்படுகின்றன. 2. ஏற்கனவே உள்ளவற்றிலிருந்து துண்டாகப் பிரிந்து எழுகின்றன. 3. சைட்டோபிளாஸச் சவ்விலிருந்து நேரடியாக உண்டாகின்றன.

வேலைகள் இதைப்பற்றி ஏகப்பட்ட குறிப்புகள் இருந்த போதிலும் இவற்றின் வேலையைப்பற்றி பல கருத்து வேறுபாடுகள் உள்ளன. சமீபத்தில் உண்டான ஆய்வுகளின் விளைவாக இவை செல்லின் முக்கியமான வேதியியல் செயற்கூடங்களாக விளங்குவதாகவும் உயிரினங்களில் மிகமுக்கியமான பொருளை இவை தயாரிப்பதாகவும் கண்டிருக்கின்றனர்.

1. பல சுரப்பு வேலைகளின் இடமாக இவை விளங்குகின்றன மின்னணு நுண்ணோக்கி மூலம் ஆராய்ந்ததில் இவை குளுக்கோ புரதங்களாலான (glucoproteins) நொதிகள், சளி (Mucus) போன்றவை தயாரிப்பில் ஈடுபட்டிருப்பது தெரியவந்தது சொர சொரப்பான உட்பிளாஸ வலையமைப்பில் உண்டாகும் புரதங்கள் கோல்ஜி உறுப்பின் வழியாக செலுத்தப்பட்டு அவற்றுடன் மாவுப் பொருள் சேர்க்கப்பட்டு க்ளுகோ புரதங்கள் உண்டாகின்றன மேலும் இந்த க்ளுகோ புரதத்துடன் ஸல்பேட் (Sulphate)டும் இணைக்கப்படுகின்றது என்று சமீபகால ஆய்வுகள் தெரிவிக்கின்றன.

2. குருத்தெலும்பு (cartilage) செல்களில் கோல்ஜி உறுப்புகள் குளுகோ பாலிஸாக்கரைடுகள் (gluco polysaccharides) சுரக்கின்றன என்று ட்ரேஸர் (Tracer) முறை விளக்குகிறது.

3. சில செல்களில் கோல்ஜி உறுப்புகள் லைஸோஸோம்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன.

4. விந்துச் செல்லின் முன்முனையான அக்ரோஸோன்ம (Acrosome) உண்டாக்குவதில் கோல்ஜி உறுப்பின் பணியை 1929-ல் பவன்ஸ் (Bowens)-ம் பிறகு ஃபாஸட் (Faucett)-ம் கண்பித்தனர்.

5. ஒரு சுண்டெலியை 24 மணி நேரம் பட்டினி போட்டு பிறகு தானிய எண்ணை உணவு கொடுத்தபின் 40 நிமிடத்தில் எடுக்கப்பட்ட கோல்ஜி உறுப்புகளில் கொழுப்பு (lipid) இருந்ததைக் கண்டனர்.

6. பாஸ்போலிபிட்டுகள் (Phospholipids) உண்டாவதில் கோல்ஜி உறுப்புகளின் பங்கை கோஹன் (Cohen) சுட்டி காட்டியுள்ளார்.

7. பாலூட்டிகளின் புற்றுநோய் செல்களில் உள்ள நிறமித் துகள்கள் (melanin granules) இருப்பிடமாக கோல்ஜி உறுப்புகள் உள்ளன என்று பிர்பெக் (Birbeck)-ம் டால்டனு (Dalton)-ம் கண்டனர்.

சுருங்கச் சொன்னால், செல் உறுப்புகளில் எல்லாவற்றிலும் மிக சர்ச்சைக்குரிய உறுப்பாக கோல்ஜி உறுப்புகள் விளங்குகின்றன. செல்லில் முக்கியமான உற்பத்தி இடமாக இவை விளங்கி பெரிய மாவுப் பொருள்களை உண்டாக்கும் உறுப்புகளாக இருக்கின்றன என்று சொல்லலாம்.

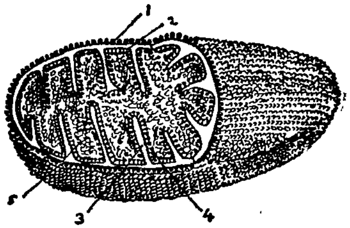
VI. மைட்டோ காண்ட்ரியா (Mitochondria)

இவை செல்லில் சவ்வினால் சூழப்பட்ட நுண்ணுறுப்புகளாக, பிராண வாயுவுடன் உணவை எரித்து கரிமல வாயு, நீர் மற்றும் சக்தியை வெளிப்படுத்துபவைகளாக உள்ளன. இச் சக்தி ஏ.டை.பி. (A. D. P.)யை ஏ.டி.பி. (A. T. P.) யாக மாற்றுகிறது. மைட்டோ காண்டிரியாவின் அமைப்பையும், வேலையையும் பற்றித் தெரிந்து கொள்ள மின்னணு நுண்ணோக்கி மிகவும் உதவியுள்ளது. செல்லியல், மற்றும் உயிரியல் வேதியியல் வல்லுநர்கள் பலரின் விரிவான ஆய்வுகளினால் இவற்றைப் பற்றி நாம் நன்றாக அறிந்து கொண்டுள்ளோம்.

மைட்டோ காண்டிரியாவின் மின்னணு நுண்ணோக்கித் தோற்றம்: பாக்டீரியா மற்றும் இரத்த சிவப்பு வடிகங்களைத் தவிர மற்ற எல்லா செல்களிலும் காணப்படும் மைட்டோ காண்ட்ரியா, இரட்டைச் சவ்வினால் சூழப்பட்டவை. வெளிச் சவ்வு சுமார் 140 A° தடிப்புள்ள இச் சவ்வு, குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றத்தில் இரட்டையாய் காணப்படுகிறது. இது ஒவ்வொன்றும் 35A° தடிப்புள்ளதாய் மின்னணு அடர்த்தியுடன் உள்ளது. இவ் வெளிச் சவ்வு நுண்ணுறுப்பைச் சுற்றி அழுத்தமாகச் சுற்றப்பட்டுள்ளது. இதனிடையே சிறிது ஒளி ஊடுருவும் தன்மையான இடைவெளி உள்ளது. மைட்டோ காண்ட்ரியாவின் உள்ளே பல பலகைகள் போன்ற அல்லது ஷெல்பின் தட்டுகள் போன்ற அமைப்புகள் உள்ளன. இவை மைட்டோ காண்ட்ரியாவின் நீள அச்சுக்கு நேர் செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. உறுப்பின் நடுவில் ஒரே சீரான. சிறு துகள்கள் நிறைந்த பொருள் உள்ளது. இது சிறு இழைகளாக அதிக அடர்த்தியுள்ளனவாக; அநேகமாக D. N. A.

டி. என். ஏ. என்ற பொருளால் ஆனவை. இது லிபோ புரதமாக திட திரவ இடைப் பொருளாகத் (Semisolid) தெரிகிறது.

மைட்டோ காண்டிரியாவின் குறுக்கே இருக்கும் தட்டுகள் கிரிஸ்டே (Cristae) எனப்படும். இவை சுமார் 170 A° தடிப்புள்ளனவாகவும், தனித்தனி மின்னணு அடர்த்திப்படை 140 A° தடிப்புள்ளனவாகவும் இருக்கின்றன. மைட்டோ காண்ட்ரியாவைச் சுற்றியுள்ள சவ்விற்கும் இந்த தகடுகளுக்கும் உள்ள சம்பந்தம் புரியாத ஒன்றுரும் பாலேட் (Palade) என்பவர் இத் தகடுகள் சுற்றுச் சவ்வின் நீட்சிகளே என்று கருதினர். அவற்றிற்கு மைட்டோ காண்ட்ரியாவின் (Cristae mitochondrialin) எனப் பெயரிட்டார். பொதுவாக, சில விதிவிலக்குகளைத் தவிர, இத் தகடுகளின் இடைவெளி சுற்றுச் சவ்வின் இடைவெளியோடு தொடர்பு கொண்டதாக இல்லை. பொதுவாக தகடுகளின் இடைவெளி தனித்து குமிழிகள் போல் அமைந்துள்ளன. சில நேரங்களில் இவை சுற்றுச் சவ்வை தொட்டுக்கொண்டிருக்கும். மேலும் எல்லா மைட்டோ காண்ட்ரியாக்களிலும் கிரிஸ்டே என்ற தகடுகள் இருப்பதில்லை. சில குறுஇழை உயிரிகளில் (ciliates) நெருக்கமாகப் பிணைந்த குழல்கள் கொண்டதாய் இருக்கின்றன. மைட்டோ காண்ட்ரியாவின் செயல் திறன் இந்த தகடுகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்துள்ளது. அதிக எண்ணிக்கையும், அதிக பரிமாணமும் ஆக்ஸிடேடிவ் (Oxidative) திறனை அதிகரிக்கின்றன. சில ஒரு செல் உயிரிகளில் மைட்டோ காண்ட்ரியாவின் சவ்வு சிறு துகள்களோடு சம்பந்தப்பட்டிருக்கும்.



படம் 142
மைட்டோ காண்டிரியா
1. புறச்சவ்வு, 2. அகச் சவ்வு, 3. கிரிஸ்டே, 4. மின்னணு மாற்றுத் துகள்கள், 5. நடுப் பசை.

மைட்டோகாண்ட்ரியாவின் உட் சவ்வு சிக்கலான அமைப்பைக் கொண்டது. ராபர்ட்ஸனி (Robertson)ன் சவ்வுக் கொள்கையை ஒத்து அமைப்பு இருந்தாலும், சமீப ஆராய்வுகள் இவை உருண்டை வடிவத்துடன் சிறு நீட்சிகளுடன் விளங்குவதாகத் தெரிகிறது. ஒவ்வொரு துகளும், ஒரு அடிப்பாகம், ஒரு காம்பு மற்றும் குமிழ் போன்ற ஒரு தலையுடன் தெரிகிறது

வேதியியல் அமைப்பு : திடப் பொருளாக இல்லாவிட்டாலும் மைட்டோ காண்டிரியா நன்றாக அமைந்து உள்ள ஓர் உறுப்பாகும்.

கல்லீரல் செல்லில் உள்ள மைட்டோ காண்டிரியாவின் 25 அல்லது 30 சதவிகிதம் லிபிட்டினுல் (Lipid) ஆனது என்றும், மேலும் அதில் மூன்றில் இரண்டு பங்கு பாஸ்போலிபிட் ஆகும் என்று கொல்லிகர் (Kolliker) ஆய்ந்தறிந்தார். புரதமானது சுமார் 65 லிருந்து 70 சதவிகிதம் உள்ளது. அதில் உள்ள ஆர். என். ஏ. மிகக் குறைந்த சதவிகிதமே உள்ளது. சமீபத்தில் டி. என். ஏ. யின் குணங்களுள்ள நார்கள் போன்ற அமைப்பு மைட்டோ காண்டிரியாவின் உள்ளே இருப்பதை நாஸும், நாஸும் (Nass and Nass) (1963) எடுத்துக் காட்டினர். வைரஸில் உள்ளது போல் இது சுழன்று அமைந்திருக்கும். உட்கருவிற்கு வெளியே மைட்டோ காண்டிரியாவில் உள்ள இந்த டி. என். ஏ. பல சாத்யக் கூறுகளை ஏற்படுத்துகின்றது. மைட்டோ காண்டிரியாவில் தனியாக புரதச் சேர்க்கை ஏற்படும் அமைப்பு இருக்கலாம் அல்லது இதில் உள்ள டி. என். ஏ. சீரமைக்கும் பணியில் ஈடுபட்டிருக்கலாம் அல்லது இந்த உறுப்பு இரட்டிப்பதற்கு உதவி செய்யலாம். மற்றும் இது மரபு வழியில் வேலை செய்யாமலிருக்கலாம். மைட்டோகாண்டிரியாவில், ஸைட்டோகுரோம் ஆக்ஸிடேஸ் (Cytochrome oxidase) ரிடக்டேஸ் (Reductase) டிரான்ஸ் அமினேஸ் (Transaminase) கோ என்ஸைம்ஸ் (Coenzymes) ஆக்டோனுக்ஸிடேஸ் (Octono-oxidase) கொழுப்பு அமில ஆக்ஸிடேஸ் (Fatty acid oxidase) போன்ற பல சுவாசித்தலுக்கான நொதிகள் அடங்கியிருக்கின்றன:

மைட்டோ காண்டிரியாவின் வேலைகளும் நொதிகள் தன்மையும்: மைட்டோ காண்டிரியாவைப்பற்றி அறிந்து கொள்ள முடிந்த வரையில் அது நன்ருக அமைந்த ஒரு செயற்பாட்டியல் உறுப்பு என்று விளங்குகிறது. மைட்டோ காண்டிரியாவின் வேலையைப் பற்றி தெரிந்து கொள்ளும் முன் உயிரியல் துறையில் ஆக்ஸிடேஷன் (Oxidation) பற்றி சிறிதளவு தெரிந்திருக்க வேண்டும்.

ஒரு செல்லின் பல வேலைகளுக்கு தேவையான சக்தியை இந்த உயிரியல் ஆக்ஸிடேஷன் செயல்தான் தருகிறது. இந்த சக்தி குளுகோஸ் என்ற முக்யமான உணவுப் பொருளினின்றும் கிடைக்கிறது. ஆக எல்லா விலங்கினங்களும் குளுகோஸை உட்கொள்ள வேண்டும். எப்படி குளுகோஸைப் பிரித்து அதனின்று சக்தியை வெளிப்படுத்தி, பல வேலைகளுக்கு, குறிப்பாக வளர்ச்சி, புது புரோட்டோ பிளாஸம் உண்டாதல், பல கூட்டுப் பொருள்களை அமைத்தல், சுரப்புகள், தசை சுருங்குதல் போன்ற வேலைகளுக்கு பயன்பட முடியும் என்பது இரண்டு படிகளாகக் கண்டறியலாம்.

1. அனேரோபிக் (Anaerobic) வளியற்ற நிலையில் அதாவது பிராணவாயு அற்ற நிலையில் குளுகோஸ் உடைபட்டு பிரிதலுக்கு.

க்ளைகாலிஸிஸ் (Glycolysis) என்று பெயர். ஆனால் அது அவ்வளவு எளிதான ஒன்றல்ல. இரத்தத்தினால் செல்லுக்கு எடுத்துச் செல்லப் படும் குளுகோஸ் பாஸ்பேட்டுடன் சேர்ந்து குளுகோஸ் பாஸ் பேட்டாக மாறுகிறது. இத் தனியான ஒரு நொதியினால் கண் காணிக்கப்படுகிறது. இச் செயலுக்கு ஃபாஸ்பாரிலேஷன் (Phosphorylation) எனப் பெயர். அடுத்து பல நொதிகளால், இந்த குளுகோஸ் பாஸ்பேட் பல படிகளாக உடைந்து பைருவிக் அமிலம் (Pyruvic acid) ஆக மாறுகிறது இந்த மாறுபாடுகளின் போது சக்தி வெளிப்பட்டு செல்லுக்குப் பயன்படும்படியான ஏ. டி. பி (ATP) என்ற மூலக்கூறின் அதி தீவிர சக்தி இணைப்பு களாக (high energy bonds) மாற்றி வைக்கப்படுகிறது. இந்த வளியற்ற (anaerobic)செயல்கள் செல்லின் சைட்டோபிளாஸத்தில் நடக்கின்றன. பிராண வாயு கிடைத்தால் இந்த பைருவிக் அமிலம், உடைந்து, கரிமல வாயுவாகவும், நீராகவும் மாறும். இல்லாவிட்டால் இது ஆல்கஹால், அஸிடிக்அமிலம் போன்றவை களாக மாறிவிடும்.

2. சக்தி வெளிப்படும் இரண்டாவது கட்டம், க்ரெப் சுழற்சி (Kreb's cycle) ஸிட்ரிக் அமில சுழற்சி (Citric acid cycle) அல்லது ட்ரைகார்பாக்ஸிலிக் (Tricarboxylic) சுழற்சி என்ற பல பேர்களால் அழைக்கப்படுகிறது. இவற்றிற்கு பிராண வாயு தேவை. இது செல்லின் மைட்டோ காண்டிரியாவில் நடைபெறுகிறது. ஸிட்ரிக் அமிலம், கரிமலவாயுவாகவும், நீராகவும் மாறுவது பல கட்டங் களில் நடைபெறும் க்ளைகாலிஸஸ் மூலம் கிடைக்கும் சக்தியை விட இதில் பன்மடங்கு சக்தி கிட்டுகிறது. செய்வினைகளைக் கீழ்க் கண்டவாறு சுருக்கிச் சொல்லலாம்.

(a) பைருவிக் அமிலம் முதலில் அஸிடிக் அமிலமாக மாறு கிறது. இது பான்டோதீனிக் அமிலம் (Pantothenic acid) என்ற வைட்டமினிலுள்ள கோ என்ஸைம் A என்ற நொதியுடன் செயல் பட்டு அஸிடில்கோ என்ஸைம் A (acetyl coenzyme A) என மாறு கிறது.

(b) அஸிடில்கோ என்ஸைம் A, ஆக்ஸலோ அஸிடிக் அமிலத் (Oxaloacetic acid) துடன் சேர்ந்து ஸிட்ரிக் அமில மாகிறது.

(c) ஸிட்ரிக் அமிலம், பல தனி நொதிகளின் உதவியால் பல கட்டங்கள் தாண்டி கடைசியில் மறுபடி ஆக்ஸலோ அஸிடிக் அமிலமாக மாறுகிறது. இது மறுபடி சுழற்சியில் ஈடுபடுகிறது.

இந்த சுழற்சியில் கரிமலவாயுவும், ஹைட்ரஜனும் சில நொதி களால் விடுபடுகின்றன. ஹைட்ரஜன் அயான்கள் ஃப்ளேவோ

புரதங்கள் (flavoproteins) சைட்டோகுரோம் நொதிகள் (Cyto-chrome enzymes) போன்றவைகளால் பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து நீராக மாறுகிறது இதற்குத்தான் செல் சுவாசித்தல் எனப் பெயர்.

இரண்டு விஷயங்கள் குறிப்பாக கவனிக்க வேண்டியவை :

1. க்ரெப் (Kreb) சுழற்சியில் கடைசி கட்டம் ஸிட்ரேட் உண்டாவது என்பதால், இந்த வினைகள் தொடர்ச்சி சுழற்சியாக அமைந்து, ஆக்ஸலோ அஸிடேட் உண்டாகின்ற வரை தொடர்ந்து நடக்கும்.

2. இந்த சுழற்சியில் எந்தப் பொருளும் கரிமல வாயுவாகவும் நீராகவும் மாறக்கூடும். இதில் உள்ள எந்த அமிலம் கிடைத்தாலும், மைட்டோகாண்டிரியா அதைப் பிரித்து ஆக்ஸிடேட் செய்துவிடும்.

கொழுப்பு அமிலங்கள் அல்லது அமினோ அமிலங்களில் இருந்தும் இதே க்ரெப் சுழற்சி சக்தியைப் பிரித்து செல்லுக்கு வழங்கும். இதில் முக்யமான செயல் மின்னணு மாற்றம் (electron transfer) என்பதாகும். இது ADP, ATP மாற்றங்களை ஏற்படுத்து கிறது. இந்த வினைகள் முற்றும் மைட்டோ காண்டிரியாவின் கிரிஸ்டே (Cristae) என்ற தட்டுகளைப் பொருத்தே உள்ளன.

வெளிச்சவ்வின் வேலை : உயிரியல் ஆக்ஸிடேஷன் செயல்களில் ஈடுபட்ட நொதிகள் எல்லாம் மைட்டோ காண்டிரியாவின் உள்ளே தனியாக இல்லை. அவை லிபிட் சவ்வுடன் இணைந்து இருப்பதாக நம்பப்படுகிறது.

1. க்ரெப் சுழற்சியில் சம்பந்தப்பட்ட நொதிகள் மைட்டோ காண்டிரியாவின் வெளிச் சவ்வில் உள்ளன.

2 மைட்டோ காண்டிரியாவில் மட்டுமே உள்ள மானோ அமின் ஆக்ஸிடோஸ் (Monoamine oxidase) என்ற நொதி வெளிச் சவ்வில் உள்ளது எனத் தெரிகிறது

மேலும், செல்லின் சுவாசித்தலில் பெரும்பங்கு வகித்து ஸக்ஸினேட் (Succinate) வினைகளைக் கட்டுப்படுத்துகிறது.

3. க்ரெப் சுழற்சி, ஆக்ஸிடேடிப் ஃபாஸ் பாரிலேஷன் ஆகியவைகளில் சம்பந்தப்படாத சில நொதிகளும் வெளிச் சவ்வில் உள்ளன. மைட்டோ காண்டிரியாவின் வேலைகளுக்குத் தேவையான ஃபாஸ்போலிபிட்டுகள் (Phospholipids) கொழுப்பு அமிலங்கள் (fatty acid) ஃபாஸ்போ புரதங்கள் (Phospho proteins)

இன்னும் சைட்டோகுரோம்கள் (Cytochromes) ஆகியவை உண்டாவதில் சம்பந்தப்பட்டிருக்கலாம்.

உட்சவ்வின் வேலைகள்: மின்னணு மாற்றத் தொடரும் (electron transport chain) ஆக்ஸிடேடிவ் பாஸ்பாரிலேஷன் (Oxidative phorphorylation) செய்வினைகளும் உட்சவ்வில் தான் நடைபெறுகின்றன. சப்தஅலைகள் அசைவினால் கிடைக்கக்கூடிய சிறு துகள்கள் மூலம் கண்டறிந்ததில், மைட்டோ காண்டிரியாவில் பல சுவாசித்தல் நொதிகளின் திரும்பத் திரும்ப அமைந்திருக்கிற விதம் தெரியவந்தது. இத்துகள்கள் மின்னணு மாற்றத் துகள்கள் (electron transport particles) (E.T.P) எனப்படும். இவை பல நொதிகளின் தன்மையையும், பாஸ்பாரிலேஷனுக்குத்தேவையான பொருள்களும் கொண்டுள்ளன. ஆனால் சிதைச்சுழற்சியில் உள்ள இடைப் பொருள்கள் இல்லை சமீப கால ஆராய்ச்சி நுணுக்கங்களால் இவை இன்னும் சிறிய துகள்களாக 80 முதல் 100 A° அளவு விட்டமுள்ள ஆரம்பப் பொருள்களாக (elementary particles) உடைக்கப்பட்டன. இவைதான் மைட்டோகாண்டிரியாவின் அமைப்புக்கு ஆதாரமானவை என்று தெரிய வந்தது. இந்த மின்னணுத் துகளானது ஓர் உருண்டையான தலை போன்ற பகுதியையும், சிறு வால் போன்ற நீட்சியையும் கொண்டது. இந்த வால் பகுதியினால் இவை, உட்சவ்வில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. வால் பகுதி மின்னணு மாற்றத்திற்கும் தலைப்பகுதி ஆக்ஸிடேடிவ் பாஸ்பாரிலேஷனுக்கும் (அதாவது ஏ.டி.பி. உண்டாகும் இடமாக) அமைந்துள்ளன என்று சமீப கால ஆய்வுகள் காண்பிக்கின்றன.

மைட்டோகாண்டிரியாவின் வேலையைப்பற்றி தகவல்கள் இன்னும் சேர்ந்து கொண்டே இருக்கின்றன. புதிய ஆய்வு முறைகள் ஏற்பட்டு, கிடைக்கின்ற உயிரியல் புள்ளி விவரங்கள் மறு பரிசீலனை செய்யப் படுகின்றன.

மைட்டோகாண்டிரியா அமைந்துள்ள இடம்: மைட்டோ காண்டிரியா, பெரிய தாவரங்களிலும், பெரிய விலங்குகளிலும் மட்டுமே காணப்படுகின்றன என்றில்லை. பல சிறிய உயிரிகளிலும், உதாரணமாக வால்வோஸினா (Volvocina) ஸார்கோடைனா (Sarcodina) ஸிலியேட்டா (ciliata) ஆகிய உயிரிகளிலும் காணப்படுகிறது.

உயிருள்ள செல்லில் மைட்டோகாண்டிரியாக்களின் உருவம் அசைவு மற்றும் (நடத்தை) செயல்: மைட்டோகாண்டிரியா, உருண்டை அல்லது நீண்டு அல்லது இழைபோல இருக்கலாம். செல்லின் உணவீட்டலையோ அல்லது அதன் வேறு செயல்

களைப் பொறுத்து அவை உருவ மாறுபாடு அடையலாம். ஒரே உயிரியில் வெவ்வேறு திசுக்களில் வெவ்வேறு விதமாக இருக்க லாம். உயிருள்ள செல்களில் இவற்றின் குறுக்களவு ஒரே மாதிரி இருப்பதில்லை. இவை மணிகள் கோர்த்தால் போலவும், இல்லை கிளைத்தால் போலவும் காணப்படும். செல் பிரிதலின் போது உட்கருவின் மாறுபாட்டையொட்டி இவைகளும் அநேக மாறுபாடுகளை அடைகின்றன. ஒழுங்காக இவை இரட்டிக் கின்றன என்று சொல்வதற்குத் தேவையான ஆதாரங்கள் இல்லா விட்டாலும் சில இழை போன்ற, நீண்ட மைட்டோ காண்டிரியாக் கள் இரண்டாகப் பிரிதல் சாதாரணமாக நடக்கின்ற ஒன்றுகும். சில தனி முறை ஒளிவிழும் நுண்ணோக்கி (Phase contrast micros cope) மூலம் பார்த்தால், திசு வளர் செல்களில் (tissue culture cell) மைட்டோ காண்டிரியாவின் அசைவுகள் நன்கு புலப்படுகின்றன.

தோற்றம் : செல்லில் மைட்டோ காண்டிரியாக்கள் தோற்றம் பற்றி மூன்று வித கணிப்புகள் உள்ளன. (1) சைட்டோ பிளா ஸத்தில் உள்ள நுண் துகள்கள் ஒன்று சேர்ந்து உண்டாவது. (2) புதிதாக அவை தோன்றுகின்றன என்ற கோட்பாடு. (3) இவை பிளாஸ்மா சவ்விலிருந்து உண்டாகின்றன என்ற நம்பிக்கை,

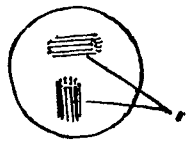
VII லைஸோஸோம்கள் (Lysosomes)

ஜீரண நொதிகள் நிரம்ப உள்ள இவை, மைட்டோ காண்டிரி யாவைப் போலவே உள்ளன. அவை அமைப்பில் வேறுபட்டிருந் தாலும், ஒவ்வொன்றும் லிபோ புரத சவ்வினுல் (lipoprotein membrane) சூழப்பட்டவை. சில சமயங்களில் ஒரே சவ்வாகவும் மற்றும் சில நேரங்களில் பல மடிப்புகளுடன் கூடிய பல அடுக்கு களாகவும் இருக்கின்றன. இவை ஜீரணத்துக்காக ஏற்பட்ட குமிழிகள் என்றும், செல்குடித்தலு (Pinocytic)க்காக உண்டான குமிழிகள் என்றும் நம்பப்படுகின்றன. பழுதான அல்லது இறந்து கொண்டிருக்கிற செல்களில் இவை உடைந்து ஜீரண நொதிகளை சைட்டோபிளாஸத்தில் கலக்கச் செய்கின்றன. ஆக இவை காய மடைந்தபோது ஏற்படுகிற செயலையும், கருவில் உறுப்பு மாறுபாடு களின் போதும், உருவ மாற்றலிலும் (Metamorphosis) முக்கிய பங்கு வகிக்கலாம்.

VIII சென்ட்டிரியோல்கள் (Centrioles)

செல் பிரிதல் நடக்கக்கூடிய எல்லா விலங்கினச் செல் களிலும் இவை இருக்கின்றன. செல் பிரியும் போதுதான், இவை சாதாரண நுண்ணோக்கியின் மூலம் தெரியவருகின்றன.

மின்னணு நுண்ணோக்கியின் மூலம் பார்த்தால் இவை, ஒரு அடர்த்தி குறைந்த பகுதியை உள்ளிட்ட, உருளை வடிவமானதாக தெரிகிறது. இதன் அளவு சுமார் 150 μ ($\mu = \frac{1}{1000}$ m.m.) ஆகும். அச்சுக்கு செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்ட பல இழைகள் (சுமார் 150-லிருந்து 200 A° அளவுள்ளவை) காணப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு உருளையிலும் சுற்றி 9 இழைகளும், நடுவில் 2இழைகளும் உள்ளன. இதே மாதிரிதான் குறு இழைகளிலும் (cilia) நீளிழைகளிலும் (flagella) காணப்படுகிறது. சென்டிரியோலைச் சுற்றி சில துகள்களும் காண்கின்றன. இவை சென்டிரியோலின் சுவற்றை அண்டியுள்ளன. இவை 700 A° அளவுக்கு அடர்த்தி உள்ளன. இவை சேய் சென்டிரியோல்களாக இருக்கலாமென்று சிலர் நினைக்கிருர்கள். இரண்டு சென்டிரியோல்கள் இருந்தால் ஒன்றுக்கொன்று நேர் செங்குத்தாக அமைந்திருக்கும். ஒவ்வொரு வித செல்லுக்கும் சென்டிரியோலின் இருப்பிடம் ஒரு குறிப்பிட்ட இடமாக உள்ளது. பெரும்பாலும் இவை கோல்ஜி உறுப்புகளால் சூழப்பட்டிருக்கும். சென்டிரியோல் ஆர்.என்.ஏ. (RNA) வால் ஆனது.



படம். 143
சென்ட்ரோஸோம்
1. ஸென்டிரியோல்

வேலை : சென்டிரியோல் செல் பிரிதலை ஆரம்பித்து வைக்கிறது, புரதங்களினுல் ஆன கதிர் இழைகள் (Spindle fibres) உண்டாவதையும் இவைதான் நடத்துகின்றன.

IX உட்கரு (Nucleus)

செல் சவ்வை விட சிறிது அதிகமாக ஒளி ஊடுருவாத தன்மையினுல் தான், ராபர்ட் ப்ரௌன் (Robert Brown) (1833) என்பவர் உட்கருவை தனித்துக் காண்பித்தார். செல் கொள்கையில் செல் அமைப்பில் உட்கரு ஒரு முக்கியமான பங்கு வகிக்கின்றது என்று முன்பே சொல்லப்பட்டது. செல் பிரிதலின் போதும், கருவுறுதலின் போதும், உட்கருவின் ஈடுபாடு அதை முக்கியமான ஒன்ருகக் காட்டுகிறது.

எல்லா தாவர, விலங்கினச் செல்களிலும் உட்கருவானது ஒரு சவ்வினுல் சூழப்பட்ட உறுப்பாகத் தெரிகிறது. ஒரு செல்லின் உட்கரு எண்ணிக்கை வேறுபடலாம். பாக்டீரியாவில் சவ்வினுல் சூழப்படாத உட்கரு இடம் உள்ளது. எல்லாத் தகவல்களையும் ஒழுங்காக காப்பாற்றி அவைகளை இரட்டிக்கச் செய்வதே உட்கருவின் முக்கிய வேலையாகும். ஏனென்ருல் எல்லா மரபணுக்களும் அல்லது ஜீன்களும் குரோமோசோம்களில் உள்ளன என்று தெளிவாக்கப்பட்டு விட்டது. உட்கருவை நீக்கிய பின் சைட்டோ பிளாஸத்தை

கவனித்தல் மூலம், செல்லின் செயல்கள், சைட்டோ பிளாஸத்தின் மாறுபாடுகள் மற்றும் செல்லின் உள்ளே ஆர். என். ஏயின் அளவு போன்றவற்றை உட்கருதான் கட்டுப்படுத்துகிறது என்று கண்டு கொள்ளலாம். இதற்கு தனியாக சுழல் மையப் பிரித்தல் தனித் தனியாக பிரித்தல் முறைகள் (Centrifugation isolation) கையாளப் படுகின்றன.

உருவம் : சில மாறுபாடுகள் இருந்தாலும், பொதுவாக உட் கருவானது உருண்டை வடிவமானது. அதனிலுள்ள டி.என்.ஏயின் அளவைப் பொறுத்து அதன் பரிமாணம் இருக்கும். மிகச்சிறிய உட் கரு 1 மைக்ரானுக்கும் சிறியது. இவை சில காளான்கள், பாக் டீரியா ஆகியவைகளில் இருக்கும். சில பெரிய உட்கருக்கள் பல நூறு மைக்ரான்கள் அளவு இருக்கும். உட்கருவின் பரிமாணம் 8-லிருந்து 2000^3 μ. வரை இருக்கலாம். செல்களின் செயல் திறனுக்கு ஏற்ப உட்கருவின் எண்ணிக்கை மாறுபடலாம். இவை மூன்று விதமாக சமாளிக்கப்படுகின்றன. (1) பாலிப்ளாய்டி (Polyploidy) இதில் பல அடுக்குகள் (Set) பெருத்து விடுகின்றன. (கூடுதலின் எண்ணிக்கை பிரிதலினுல் ஏற்படுகிறது) 2. பாலிடீனி (Polyteny) குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை மாறுபடா விட்டாலும். சில பூச்சிகளின் உமிழ்நீர் சுரப்பிகளில் உள்ளதுபோல் குரோமாடின் அளவு அதிகமாக ஆகிவிடும். (3) பல உட் கருக்கள் - இவை சைடோ பிளாஸம் பிரியாமல் உட்கரு மட்டும் பிரிதலால் அல்லது பல செல்கள் இணைந்து கூட்டுச்செல்லாக (Syncytium) ஆவதாலும் உண்டாகலாம்.

இடைநிலை செல்பிரிதலில் (Interphase) உள்ள உட்கரு அம்சங்கள்:

செல் பிரியுமுன் உள்ள நிலைக்கு இடை நிலை (Interphase) என்று பெயர். சாதாரண நுண்ணோக்கியில், தெளிவாக இல்லா விட்டாலும், ஒளி மாறி விழும் நுண்ணோக்கி (Phase contrast micorscope) மூலம் பார்க்கும் போது உட்கருவில் நியூக்ளியோலஸ் (Nucleolus) குரோமோஸெண்டர்ஸ் (Chromocenters) மற்றும் குரோமோநிமாடா (Chromonemata) போன்றவை தெரிகின்றன, சாதாரண நுண்ணோக்கியில் இந்தகுரோமோநிமாட்டா தெரியா ததால், சுமார் இருபது ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் எப்படி ஒரே சீராக அமைந்த உட்கருவின் உள்ளே இந்த குரோமோசோம்கள் இருக்கக்கூடும் என்ற வினு எழும்பியது. ஆனுல் தற்காலத்தில் இவை உட்கருவின் உள்ளே இருப்பது தெளிவாகத் தெரிய புதிய நுண்ணோக்கி சாதனங்கள் ஏற்பட்டுவிட்டன.

இடைநிலை உட்கருவில் கீழ்க்கண்ட பாகங்கள் உள்ளன. (1) உட்கருச் சவ்வு (Nuclear membrane) (2) உட்கருப்

பிளாஸம் (Nucleoplasm) அல்லது உட்கருச்சாறு (Nuclear sap) (3) குரோமாடின் (Chromatin) (4) நியூக்ளியோலஸ் (Nucleolus)

(1) உட்கருச்சவ்வு (Nuclear membrane): அமைப்பிலும் செயலிலும் வேறுபட்ட சைட்டோபிளாஸத்தையும், உட்கருவை யும் இச்சவ்வு பிரிக்கிறது. சாதாரண நுண்ணோக்கியில் இது தெளிவாக தெரியாவிட்டாலும், மின்னணு நுண்ணோக்கியில் நன்ருகத் தெரியும். கல்லன் (Callan) டூலின் (Toulin) முதலியோர் முதலிலும் பிறகு மற்றவரும் இதனை வர்ணித்துள்ளனர்.

இது செல்சவ்வைப் போன்றே மூன்றடுக்குகளினுல் ஆனது. இதுவும் செல் சவ்வைப் போன்ற தன்மைகளையும் உடையது. இதன் வெளிச்சவ்வு சுமார் 90A° அளவும், உட்சவ்வு சுமார் 90A° அளவும் உடையது. இரண்டிற்கும் இடையே உள்ள வெளி சுமார் 140°A அளவுள்ளதாகும். வெளிச்சவ்வில் ரிபோ நியூக்ளிக் புரதம் (Ribo Nucleic protein) இருக்கலாம், இச்சவ்வில் ஆங்காங்கே சுமார் 500 முதல் 1000A° வரை அளவுள்ள துளைகள் இருக்கும். இத்துளைகளிலிருந்து செல்சவ்வு வரை குழல்கள் நீண்டிருக்கலாம். செல்சவ்வைவிட, உட்கருச்சவ்வு சற்று உறுதியானதாகக் காணப் படுகிறது. ஆயினும் ஒவ்வொரு செல்பிரிதலின் போதும் இது உடைந்து துண்டுகளாக மாறி உட்பிளாஸ வலையமைப்போடு கலந்து விடுகிறது. சவ்வின் இருபக்கத்திலிருந்தும் பொருள்கள் ஊடுருவ இது வகை செய்கிறது.

(2) உட்கருச் சாறு (Nuclear Sap): காரமில்லாத (Nonbasic) புரதத்தினுல் ஆன இந்த அடித்தளத்தில்தான் குரோமாடின் உள்ளது. இச்சாற்றில் உட்கரு அமிலங்கள் ஏதும் இல்லை.

(3) குரோமாட்டின் (Chromatin): உட்கருவானது செல்பிரி தலின் இடைநிலையின் போது வலையமைப்பு போன்ற வண்ணத் துகள்கள் சேர்ந்த அமைப்பாகத் தெரிகிறது. இடைநிலை முழுதும் குரோமேசோம்களின் தனித்தன்மை பாதிக்காமல்தான் இருப்பதாக உயிருள்ள செல்களை செல்பிரிதலின் போது கவனித்ததில் தெரிய வருகிறது. ஆகையால் இடைநிலையின்போது குரோமோசோம்கள் குறைந்து வெளிப்போந்து மடங்கியும், மற்ற வளர்சிதைப் பொருள்களோடு இணைந்தும் இருக்கலாம். அமைதியான நிலையில் உட்கருவில் சிதைந்து காணப்பெறும் குரோமாட்டின் செல்பிரி தலின் போது இறுக்கமாக சுருண்டு குரோமோசோம்களாக, ஆகின்றன. குரோமாட்டினின் வேதியியல் இயல்பு உயிர்வேதியல் ஆராய்ச்சியால் தெரிகின்றது. வளர்சிதை விணைகளுக்கேற்ப

அவற்றின் வேதியல் இயல்பு மாறக்கூடும். பொதுவாக இவை டி. என். ஏ., ஹிஸ்டோன்ஸ் (Histones) மற்றும் எஞ்சிய புரதங்களால் ஆனவை.

குரோமாட்டினை யூகுரோமாட்டின் (Euchromatin) என்றும் ஹெடரோகுரோமாட்டின் (Hetero chromatin) என்றும் இரு வகையாக பிரிக்கலாம். ஹெடரோகுரோமாட்டின் வண்ணங்களை அதிகமாக எடுத்துக் கொள்வதுபோல் யூகுரோமாட்டின் எடுத்துக் கொள்வதில்லை. யூகுரோமாட்டினில் தான் மரபணுக்கள் அல்லது ஜீன்கள் இருப்பதாகவும், ஹெடரோகுரோமாட்டினில் அவை இல்லை என்றும் நம்பப்படுகிறது. செல்பிரிதல் இடைநிலையில் ஹெடரோகுரோமாட்டின் சுருங்கி அதிக ஆர். என். ஏ. கொண்டதாக விளங்குகிறது.

(4) நியூக்ளியோலஸ் (Nucleolus) : இது 1781-ல் ஃபான்டனு (Fontana) என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு 1840-ல் பௌமன் (Bowman) என்பவரால் பெயரிடப்பெற்றது. இது சாதாரண நுண்ணோக்கியின் மூலம் பார்க்கும்போது சிறு உருண்டையாக சில சமயம் சில குமிழிகளுடன் கூட விளங்குகிறது. இதை மெதுவாக ஓடும் புகைப்படக்கருவியினுல் படமாக்கி காண்பித்தால், இக்குமிழிகள் மெதுவாக வெளிநோக்கி நகர்வதை காணமுடியும், இது அநேகமாக உட்கருச்சவ்வை ஒட்டியே இருக்கும். சிலகுமிழிகளும், பொருள்களும் உட்கருவிலிருந்து வெளியே சைட்டோபிளாஸத்திற்குச் செல்வதைக் காணலாம். இதைச் சுற்றி சவ்வு ஒன்றும் இல்லை. சில ஹெடரோகுரோமாட்டின் துகள்கள் நியூக்ளியோலஸைச் சூழ்ந்து காணப்படும்.

இதை முதலில் தனியே பிரித்து எடுத்து ஆராய்ந்தவர் வின்சென்ட் (Vincent) என்பவர் ஆவார். இதன் நுண்ணிய விவரங்களை எஸ்டேபிள் (Estable) ஸோடெல்லோ (Sotello) என்ற இருவர் 1955 ல் எடுத்துரைத்தனர். இவர்கள் கூற்றுப்படி நியூக்ளியோலஸில் நியூக்ளியோலோநீமா என்ற 80A° அளவுள்ள நுண்ணிழைகளும், இவைகளுக்கிடையே ஆர். என். ஏ. கொண்ட பார்ஸ் அமார்பா (Pars amorpha) என்ற பொருளும் இருக்கின்றன. நுண்ணிழைகளின் மேல் 150A° அளவுள்ள சிறுதுகள்கள் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. செல் பிரிதலின் போது இந்த நுண்ணிழைகள் பிரிந்து சமமாக சேய்ச் செல்களை அடைகின்றன. 100A° அளவுள்ள சிறுதுகள்கள் பார்ஸ் அமார்பாவில் இருக்கின்றன. இவை சைட்டோபிளாஸத்திலுள்ள ரிபோநியூக்ளியோ புரதங்கள் போலுள்ளன. உட்கருச் சாற்றிலும் இம்மாதிரித் துகள்கள் இருக்கின்றன. சைட்டோ பிளாஸத்தின் செயலியலைப் பொறுத்துத்

தான் நியூக்ளியோலஸின் அமைப்பு இருக்கும். செல்பிரிதலில் முதல் நிலையில் மறைந்து பிறகு கடைநிலையில் தோன்றி பல மாறுபாடுகளை அடைகிறது. குரோமோசோம்களிலுள்ள ஹெடரோ குரோமாட்டினால்தான் நியூக்ளியோலஸ் உண்டாகிறது என்று நிருபிக்கப்பட்டுவிட்டது. இவற்றிற்கு நியூக்ளியோலஸ் உருவாக்கு பவை (Nucleolar organiser) எனப்பெயர். குரோமோசோம்களின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதி என்றில்லாமல் எப்பகுதியும் நியூக்ளியோலஸை உண்டாக்கலாம்

கேஸ்பர்ஸன் (Casperson), ஷல்ட்ஸ் (Schultz) மற்றும் ப்ரேகட் (Brachet) ஆகியவர்கள் நியூக்ளியோலஸில் ஆர்.என்.ஏ. இருப்பதை எடுத்துக்காட்டினர். இது சைட்டோ பிளாச ஆர்.என்.ஏ.-ஐக் காட்டிலும் மாறுபட்டது இது ரிபோஸோமிலுள்ள ஆர். என். ஏ.-ஐ ஒத்து இருக்கும். இதிலுள்ள புரதங்கள் பாஸ்போ புரதங்கள் எனத்தெரிகிறது, கேஸ்பர்ஸன் (Casperson) இதில் ஹிஸ்டோன்கள் (Histones) இருப்பதை நிரூபித்திருக்கிறார். ஆகவே, நியூக்ளியோலஸில் உள்ள புரதங்களைப் பற்றி கருத்து வேறுபாடுகள் உள்ளன. முக்கியமாக நியூக்ளியோலஸில் கண்ட டி.என்.ஏ. ஐப் பற்றி முரண்பாடுகள் உள்ளன. நியூக்ளியோலஸில் உள்ள டி. என். ஏ. குரோமோசோம்களிலிருந்து உட்புகுந்த ஹெடரோகுரோம் பகுதிகள் என கருதப்படுகின்றன. நியூக்ளியோலஸில் பல நொதிகள் உள்ளதை வின்சென்ட் (Vincent) காண்பித்தார். இவற்றில் முக்கியமாக ஆஸிட் அல்லது அமில பாஸ்பட்டேஸ்கள் (acid phosphatases) நியூக்ளியோஸைட் பாஸ்பாரிலேஸ் (Nucleoside phosphorylase) மற்றும் டி.பி.என். உருவாக்கும் நொதிகள் (DPN Synthesising enzymes) உள்ளன. என்று தெரிகிறது. உயிரியல் வேதியல் மூலம். மற்றும் ஆர்.என்.ஏ. (பாலிமரேஸ் RNA Polymerase) ரிபோநியூக்ளியேஸ் (Ribonuclease) ஆகியவையும் உண்டெனத் தெரிகிறது.

புரதச் சேர்க்கையிலும், ஆர்.என்.ஏ. உண்டாக்குவதிலும் நியூக்ளியோலஸின் தொடர்பு இருக்கிறது. துணை நொதிகள் (Coenzymes) உண்டாக்குவதிலும் இதற்கு பங்கிருக்கலாம். இதன் மூலமாகத்தான் குரோமோசோம்கள் சைட்டோ பிளாஸத்துடன் தொடர்பு கொள்கின்றன. உட்கருவின் வேலைகளுக்கான சக்தியின் இருப்பிடமாக இது விளங்குகிறது.

குரோமோசோம்கள் (Chromosomes)

செல் பிரிதலின் போது குரோமோசோம்கள் சுருங்கி சாதாரண நுண்ணோக்கி மூலமே தெரிகின்றன. குரோமோசோம்களின் அமைப்பு அசைவுகள் முதலியனபற்றி தெரிந்து கொள்ள, சில

பூச்சிகளின் உமிழ்நீர் சுரப்பிகளில் உள்ள ராட்சஸ குரோமோசோம்களும் இரு வாழ்விகளின் அண்டச் செல்லில் உள்ள புருசு (lampbrush) குரோமோசோம்களும் பெரிதும் உதவி செய்கின்றன.

பொதுவாக குரோமோசோம்கள் கீழ்க்கண்ட குணங்களை உடையன.

1. எல்லா குரோமோசோம்களிலும், செல் பிரிதலின் போது கதிர் இழைகள் இணைகின்ற இடமாக ஒரு இறுக்கம் (Constriction) காணப்படுகிறது. இதற்கு சென்ட்ரோமியர் (centromere) எனப் பெயர். இது மாற்று நிலை (Metaphase) ஆக்கநிலை (Anaphase) களின்போது தொளிவாக தெரிகிறது. இது வேறு சில நேரங்களில் குரோமோசோம்களின் மற்றப் பகுதிகளில் இருந்து பிரிவதால் இதற்கு இன்னும் சில வளர்சிதை மாற்றக் காரணங்களும் இருக்கலாம். இது குரோமோசோம்களில் அமைந்துள்ள இடத்தைப் பொறுத்து வகைப்பாடு செய்யப்படுகிறது. a) மெடாஸென்டிரிக் (Metacentric) சென்ட்ரோமியர் குரோமோசோமின் நடுவில் இருப்பது. b) டீலோஸென்டிரிக் (Telocentric) குரோமோசோமின் கடைசிப்பகுதியில் இருப்பது. c) ஸப் மெடஸெண்டிரிக் (Sub metacentric) இது குரோமோசோமின் முனைக்குச் சற்றுத்தள்ளி அமைந்திருப்பது. ஸெண்ட்ரோமியர் ஓர் அடர்த்தியான துகளாக, தன்னைச் சுற்றி வண்ண ஊட்டுப்பெருத ஒரு இடத்தால் சூழப்படாதவாறு அமைந்துள்ளது. அதன் உள்ளமைப்பு தெளிவாக இல்லை.

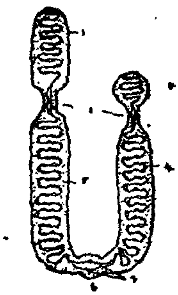
மற்ரெரு விதமான இறுக்கம் (secondary constriction) அதிக வண்ண ஊட்டம் பெருதவாறு முக்கிய குரோமாட்டின்களை இணைக்கின்ற பாலமாகத்தெரியும் முதல்நிலை செல்பிரிவில் நியூக்ளியோலஸ் இங்கு அமைவதால் குரோமோசோம் சுருண்டு கொள்ளாமல் இடைப்பாலமாக தெரிகிறது. நியூக்ளியோலஸ் மறையும் போதும் இந்த இடைவெளி தெரிகிறது. ஆனுல் மாற்று நிலையில் இது குரோமோசோமில் தெளிவாகத் தெரியாது. நியூக்ளியோலஸால் ஏற்பட்ட இடைவெளிக்கப்பால் இருப்பது ஸேட்டலைட் (Satellite) எனப்படும். இது குரோமோசோமின் நீளத்தைப் பொறுத்து பெரிதாகவோ சிறியதாகவோ இருக்கும். சில குரோமோசோம்களில் ஸேட்டலைட் இருக்காது. இருந்தால் அவை ஸேட்குரோமோசோம் எனப்படும்.

2. குரோமோசோம்கள் நீளவாட்டத்தில் இரண்டாகப் பிரியும். இப்படிப் பிரிந்த பாகங்களுக்கு குரோமாடிட்டுகள் (chromatids) எனப்பெயர்.

3. ஒவ்வொரு குரோமாடிட்டிலும், ஒன்றோ அல்லது பல நீளிழைகள் குரோமோநிமாட்டா (chromonemata) பல மணிகள் கோர்த்தால் போல் தெரிகின்றன. இவற்றிற்கு குரோமோமியர்ஸ் (Chromomeres) எனப் பெயர். இவை குரோமாட்டின் அடர்த்தியிலும், அளவிலும் மாறுபட்டாலும் பல செல்களில் ஒரு குறிப்பிட்ட குரோமோசோமில் ஒரே மாதிரியாகவே இருக்கின்றன. இவை குரோமோசோம்களின் இறுக்கமான சுருள்கள் என நம்பப்பட்டாலும், மின்னணு நுண்ணோக்கியின் மூலம் இவை சிதறினால் போல் காணப்படுகின்றன. ஆகவே இவற்றின் அமைப்பை விவரித்தல் கடினம். இவற்றின் செயல் முக்யத்துவமும் சுலபமாக அறிந்து கொள்ளப்படமாட்டாது.

குரோமோசோமின் நுண் அமைப்பு (Ultra structure of Chromosome)

குரோமோசோம்களின் சிக்கலான அமைப்பு அவற்றைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியை எளிதில் செய்யமுடியாதவாறு தடுக்கிறது. குரோமோசோம்களில் உள்ள நுண் இழைகள் சுருண்டும் சிக்கலுமாக இருப்பதால் இப்படி ஏற்படுகிறது. செபாலோபோடா (Cephalopoda) வகையைச் சேர்ந்த மெல்லுடலிகளின் (Molluscs) செல்களிலுள்ள குரோமோசோம்களையும் புருசு (Lampbrush) குரோமோசோம்களையும், முப்பரிமாண (Stereoscopic) நுண்ணோக்கியினால் பார்த்ததில் குரோமோசோமானது 100A° அளவுள்ள இழைகளாகத்தெரிந்தது. இது ஒவ்வொன்றும் 40A° அளவுள்ள நுண்ணிழைகளால் ஆனது. இவை டி, என் ஏ. (DNA) ஹிஸ்டோன்கள் (Histones) ஆனவற்றால் ஆகியவை. இந்த 100A° அளவுள்ள இழைகளை ஆரம்ப குரோமோசோம் இழைகளென ரிஸ் (Ris) என்பவர் பெயரிட்டார். 16 அல்லது 32 நுண்ணிழைகள் ஒரு குரோமாடிட்டில் அடங்கும். இவை ஹிஸ்டோன்களுடனும் மற்ற புரதங்களுடனும் இணைந்திருக்கும். இவ்விழைகள் தொடர்ந்து இருக்கலாம் அல்லது ஆங்காங்கே ஹிஸ்டோன்ஸ் அற்ற புரதங்களால் இணைக்கப்பட்ட துண்டுகளாக இருக்கலாம். தனி இழைகள் சுருள் சுருளாக சுருண்டும் இருக்கலாம்.



படம். 144
க்ரோமோஸோம்

1. வெளிச்சவ்வு
2. இரண்டாவது சுருக்கம்
3. ஸாட்டலைட்
4. குரோமாடிட்
5. மாட்ரிக்ஸ்
6. முதல் சுருக்கம்
7. சென்ட்ரோமியர்

எண்ணிக்கை : திசுவுக்குத்திசு உட்கருவின் எண்ணிக்கை மாறினாலும் குரோமோசோம்களின் தோற்றமும் நடத்தையும் ஒரே மாதிரியாகவே இருக்கும். பொதுவாக அவை இரட்டை எண்ணிக்கையிலும் ஒரு குறித்த எண்ணிக்கையுடனும், அளவு உருவமுடனும் விளங்குகின்றன. அது மாதிரி குறிப்பிட்ட தன்மைக்கு கேரியோடைப் (Karyotype) எனப் பெயர். இதனின்று மாறுபட வேண்டுமென்றால் அது பரிணாமத்தாலோ, நோயுற்றதாலோ அல்லது செல் பிரிவின்போது ஏற்பட்ட கோளாறினாலோ இருக்கலாம். இருபால் உயிரிகளில், குரோமோசோம்கள் ஆட்டோசோம்கள் (Autosomes) எனவும் பால் குரோமோசோம்கள் (Sex Chromosomes) எனவும் இரு பிரிவுகளாக உள்ளன.

பால் குரோமோசோம்களில் X குரோமோசோம் என்றும் Y குரோமோசோம் என்றும் இருவகைகள் உண்டு.

வேதியியல் அமைப்பு : குரோமோசோமில் நீள வாட்டத்தில் அமைந்துள்ள டி. என். ஏ. தான் முக்கிய பாகமாக உள்ளது. ஹிஸ்டோன்கள் (புரதங்கள்) இடையீட்டுப் பொருள்களாக இருக்கலாம். அமிலப் புரதங்கள் நிறைய இருப்பதும் கண்டு பிடிக்கப் பட்டது. இதற்கு குரோமோசோமின் (Chromosomin) என்றும் பெயர். இது இருப்பதற்கு காரணம் புரியவில்லை.

வேலை : குரோமோசோமில்தான் மரபு வழித் தகவல்கள் உள்ளன. இதில் மரபுப் பொருளான டி என்.ஏ. உள்ளது. இந்த டி.என்.ஏ. தன்னைத்தான் இரட்டித்துக்கொள்ள சக்தியுடையது. மேலும் புரதச் சேர்க்கைக்குத் தேவையான தகவல்களையும் தருகிறது.

ஜீன்கள் (மரபணுக்கள்) : இவை டி.என்.ஏ.யினால் ஆன மரபு வழிப் பொருள்களாகும். இந்த ஜீன்கள் எப்படி இரட்டிக்கின்றன என்றும் அவற்றின் செயல் திறனும், 1953ல் வாட்ஸன் (Watson) கிரிக் (Crick) என்னும் இருவரால் விளக்கப்பட்ட வேதியியல் அமைப்பினால் நன்கு தெளிவாகியது. 1970ம் ஆண்டு மே மாதம் இச் சவாலை ஏற்ற ஹர்கோபிந்த் கொரானா (Hargobind khorana) என்பவர், அலனின் மாற்ற ஆர்.என்.ஏ. (Alanine transfer RNA) வுக்கான ஜீனை, வேதியியல் முறையில் தயாரித்தார். இச் சாதனை மருத்துவத் துறையில் இதுவரை காணாத விளைவுகளைத் தோற்றுவித்தது. நமது செல்களில் தேவையான ஜீன்களை புகுத்துவது மூலம், மரபு வழி வரும் வளர்சிதை மாற்ற கோளாறுகள், ஹார்மோன்களின் சமச்சீரின்மை, நரம்பு மண்டல கோளாறுகள், ஆகியவை குணமாக்கப்படலாம். தவறான வழியில் இந்த அறிவு

பயன்படுத்தப்படுமேயானுல் விபரீத விளைவுகள் ஏற்படவும் வாய்ப்புகள் உண்டு.

19. செல் பிரிவு
(Cell Division)

எல்லா உயிரிகளிலும், செல்கள் வளர்ந்து பிறகு மற்ற செல்களை உண்டாக்குகின்றன. உடலில் உள்ள செல்கள் அடிக்கடி தேய்வுற்று நலிந்து உடல் கழிவுகளோடு வெளியே சென்று விடுவதால் புதிய செல்கள் தோன்றி இழப்பை ஈடு செய்தல் அவசியமாகிறது. ஒரு செல் கூட்டத்தைக் கவனித்தால், பிரிகின்ற செல்கள் சாதாரணமாக பெரிய அளவில் இருக்கும். இதற்கு உட்கரு சைட்டோபிளாச விகிதம் ஒரு காரணமாக இருக்கலாம். ஆனால் கூர்ந்து ஆராயுங்கால் இந்த விகிதத்திற்கும் செல் பிரிதலுக்கும் தொடர்பு உள்ளது என்பது சரியாகத் தோன்றவில்லை. ஏனென்றால் கடல் உயிரியான முட்தோலி வகையைச் சேர்ந்த ஸீ-அர்ச்சின் (Sea Urchin) கருவில் ஒரே சமயத்தில் பிரிகின்ற செல்கள், வளர்ச்சி அடைந்தபின் பிரிவதில்லை.

செல்கள் சாதாரணமாக மறைமுகப் பிரிவு (Indirect division) அல்லது மிட்டோசிஸ் (Mitosis) மூலம் பெருகுகின்றன. கீழ்மட்ட உயிரிகளில், தொகை அதிகமாக இம்மாதிரி பிரிதல் ஏற்படுகின்றது. ஆனால் பல செல் உயிரிகளில் இப் பிரிவு செல் மாறுபாடுகளுடன் (differentiation) இணைந்துள்ளது.

செல் பிரிதலில், செல்லில் உள்ள எல்லா நுண்ணுறுப்புகளும் இரட்டித்து, பிறகு பிரிகின்ற சேய்ச் செல்களின் உட்பகுதிகளாக சமமாக பங்கிடப் பெறுகிறது. இப்படி பொருள்கள் சமமாக பங்கிடப்படுவது பிரிவின் மூலமாகவோ அல்லது வேறு ஏதோ ஒரு குறிப்பிட்ட செயலினாலோ நடக்கிறது. செல்பிரிதல் முழுவதும் ஜீன்களால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டதாகும்.

செல்லின் வாழ்க்கைச் சுழற்சி: செல் பிரிதலின்போது செல் கீழ்க்கண்ட நிலைகளை அடைகிறது.

(1) இடைநிலை (Interphase): (a) G. 1. வளர்ச்சிப் பருவம். செல் பிரிதல் முடிந்து டி.என்.ஏ. உருவாகும் வரை உள்ள இடைக் காலம். இது பொதுவாக நீண்ட இடைவெளியாக இருக்கும். ஆர்.என்.ஏ., டி.என்.ஏ. வேகமாக உண்டாக்கப்படும்.

(b) S. காலம்—டி.என்.ஏ. உருவாவதோ அல்லது இரட்டிப்பதோ நடைபெறுகிற காலம்.

(c) G 2. செல் பிரிதலுக்கான ஆயத்தங்கள் நடக்கும் காலம். டி.என்.ஏ. உருவாகி பின் செல் பிரிய ஆரம்பிக்கும் வரை உள்ள காலம். இப்பொழுதும் ஆர்.என்.ஏ., டி.என்.ஏ. உருவாவது நடைபெறலாம்.

(2) மிட்டோடிக் நிலை (Mitotic phase): செல் பிரிதலைக் குறிக்கும் காலம். செல்லின் வாழ்க்கைச் சுழற்சியில் மிகக் குறுகிய இடைவெளி.

A. இடைநிலை (Interphase): G. 1., S., G. 2. ஆகியவை சேர்ந்தது இது. இக்காலத்தில் மறைமுகப் பிரிவுக்கான ஏற்பாடுகள் நடக்கும். எதெது உண்டாக வேண்டுமோ அவையெல்லாம் உண்டாகிவிடும். இதில் நடக்கும் செயல்கள் கீழே தரப்பட்டுள்ளன.

1. டி.என்.ஏ. இரட்டித்தல்: செல் பிரிதலின் இடைநிலையில் இது முக்கியமான அம்சமாகும். உட்கருவில் உள்ள டி.என்.ஏ. அளவு இரட்டிக்கப்படுகிறது. செல்லில் எப்படி டி.என்.ஏ. இரட்டிக்கிறது என்று சோதனைக் குழாயிலேயே நாம் காணலாம். டி.என்.ஏ. என்பது இரட்டைச் சுழல் அமைப்பு கொண்டது. தன்னைப்போலவே எவ்விதம் மற்றொரு இரட்டைச்சுழல் அமைப்பை டி.என்.ஏ. ஏற்படுத்துகிறது என்று விஞ்ஞானிகள் கண்டுள்ளனர். இத்துறையில் டெய்லர் (Taylor) லெவின்தால் (Levinthal) மெஸல்ஸன் (Meselson) ஆகியோர் நிறைய ஆய்வுகள் நடத்தியுள்ளனர். செல் பிரிதலுக்கு டி.என்.ஏ. இரட்டிப்பு அவசியம் என்று இல்லாவிட்டாலும், டி.என்.ஏ. இரட்டிப்பு இல்லாமல் செல்கள் பிரிவதில்லை.

டி.என்.ஏ. இரட்டிப்பு: டி.என்.ஏ. எப்படி இரட்டிக்கிறது என்றறிய பல மாடல்கள் ஏற்பட்டன.

(a) கன்ஸர்வேடிவ் முறை (Conservative type): இதன்படி டி.என்.ஏ. தன் தனித்தன்மையைக் காப்பாற்றிக் கொள்கிறது. தாய்ச் செல்லின் டி.என்.ஏ. அப்படியே ஒரு சேய்ச் செல்லுக்கும், புதிதாக உண்டாக்கப்பட்ட டி.என்.ஏ. மற்றொரு சேய்ச் செல்லுக்கும் போய்ச் சேர்கிறது.

(b) டிஸ்பர்ஸிவ் முறை (Dispersive type): இதன்படி டி.என்.ஏ. உடைந்து சிதறி மறுபடி சேய்ச் செல்களுக்குச் சமமாக அளிக்கப்படுகிறது.

(c) ஸெமி கன்ஸர்வேடிவ் (Semi conservative type): இதன் படி தாய்செல் டி.என்.ஏ. தன்னுடைய வேதியியல் தனித் தன்மையைக் காத்துக் கொள்கிறது. ஆனால் உருவம் அப்படியே இருக்காது. இரட்டைச்சுழல் அமைப்பில் உள்ள இரு பாலி நியூக்ளியோடைட் தொடர்களும் பிரிகின்றன. ஆனால் அவற்றின் வேதியியல் தன்மை அப்படியே இருக்கிறது. இந்த இரு தொடர் களும் சேய்ச்செல்லுக்கு ஒன்றாக அமைகின்றன. பிறகு இரட்டிக் கின்றன. இது சோதனைகள்மூலம் நிரூபணமாகிறது.

2. சென்டிரியோல் பிரிதல் (Reproduction of Centrioles): செல் பிரிதலுக்கு முன் இது ஒரு அவசியமான கட்டம். தாய் சென்டிரியோல் வளர்ந்து பக்கவாட்டில் சேய் சென்டிரியோலை உண்டாக்குகிறது. அநேகமாக இது தாய் சென்டிரியோலுக்கு செங்குத்தான திசையில் உண்டாகிறது.

3 செல்லின் பரிமாணம், உட்கரு, நியூகிளியோலஸ் ஆகியவை பெருகுகின்றன.

4. மறைமுகப் பிரிவுக்கான சக்தி வெளிப்படுத்தப்படுகிறது.

5. ஸல்பாஹைட்ரில் (Sulphahydril) கூட்டுப் பொருள்கள் அதிகமாகின்றன.

6. கதிர் இழைகள் உண்டாவதற்காக பெரும் மூலக்கூறுகள் உண்டாகின்றன. இவையெல்லாம் தொடர் நிகழ்ச்சிகளாக செல்லில் ஏற்படுகின்றன.

B. மிட்டோடிக் நிலை (Mitotic phase)

செல் பிரிதலில் பல நிலைகள் தொடர்ச்சியாக நடைபெறு கின்றன. வசதிக்காக இவைகளை நான்கு நிலைகளாகப் பிரிக்க லாம்.

(1) முதல் நிலை (Prophase): இதுதான் ஆயத்தம் செய்கின்ற கட்டம். இதனில் டி.என்.ஏ. இரட்டித்தலுக்கான உயிர்வேதியல் வினைகள் ஏற்படுகின்றன. குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை தெளிவாகிறது. சிக்கலான நூல்போல இருந்த குரோமாட்டின் சுருண்டு சிக்கலில்லாத தனி உறுப்புகளாக மாறுகின்றன. இது எப்படி சுருள்கிறது என்பது தெளிவாகத் தெரியவில்லை. ஒவ்வொரு குரோமோசோமும் ஒரு சவ்வினால் சூழப்பட்ட உறுப்பாக ஆகிறது. இதனுள் இரண்டு குரோமாட்டின் இழைகள் சுருளாக காணப்படு கின்றன. இவை ஒன்றையொன்று தழுவி நிற்பதால் இவற்றின் இரட்டைநிலை எளிதில் புரியாது. முன்னே சொன்ன ஸெமி கன்ஸர்

வேடிவ் முறையை ஒப்புக்கொண்டால் இதனுள் ஒரு இழை தாயுடையதும் மற்றது புதிதாக உண்டானதென்றும் கொள்ளலாம். டெய்லர் (Taylor) கதிர்வீச்சு அடையாளங்களை பயன்படுத்தி (Radio active labels) செய்த சோதனைகளின்மூலம் இந்த குரோமாட்டின் இழை ஒரு அச்சுபோல பயன்பட்டு மற்றொரு இழையைத் தோற்றுவிக்க உதவுகிறது எனக் கண்டார்.

ஆனால் எத்தனை டி.என்.ஏ. இழைகள் ஒரு குரோமாட்டின் இழையிலுள்ளது என்பதும், குரோமோசோமில் டி.என்.ஏ. எப்படி அமைந்திருக்கிறது என்பதும் தெரியவில்லை. டி.என்.ஏ. எப்படி இரட்டிக்கிறது என்று மூலக்கூறு அளவில் தெரிந்தாலும் குரோமோசோமில் அது எப்படி நடக்கிறது என்று தெரியவில்லை ஆனால் தாய்ச்செல்லில் இருப்பதுபோன்ற மாதிரியே அதன் அச்சாக புது குரோமோசோம் உண்டாகிறது என்பதில் ஐயமில்லை.

(a) ஒரு செல் பிரிதலை அதன் குரோமோசோம்கள் சுருள்கிற வரை பிராணவாயுவை அகற்றியோ, அல்லது ஆக்ஸிடேடிவ் நொதிகளை நஞ்சூட்டியோ, நிறுத்திவைக்கலாம். குரோமோசோம்கள் சுருண்டு உருவான பிறகு ஆக்ஸிடேஷன்களை நிறுத்தி செல் பிரிதலை தடுத்து நிறுத்த முடியாது.

(b) உட்கருச்சவ்வு சிதைந்து போகிறது. இதனால் குரோமோசோம்களுக்கும் துருவங்களுக்கும் நடுவே உள்ள தடுப்பு நீக்கப்படுகிறது.

(c) நியூக்ளியோலஸ், வரவர சிறியதாகி மறைந்து போகிறது.

(d) மறைமுகப்பிரிவின் இழைகள் உண்டாகின்றன. உட்கருவைச் சுற்றியும் துருவங்களுக்கிடையேயும் கதிரிழைகள் தோன்ற ஆரம்பிக்கின்றன. ஸென்டிரியோல்கள் பிரிந்து துருவங்களை, (அதாவது குரோமோசோம்கள் நகரவேண்டிய) அமைக்கின்றன. துருவங்களுக்கிடையே கதிரிழைகள் (Spindle fibres) தோன்றி குரோமோசோம்கள் நகருவதற்கான பாதையை வகுக்கின்றன.

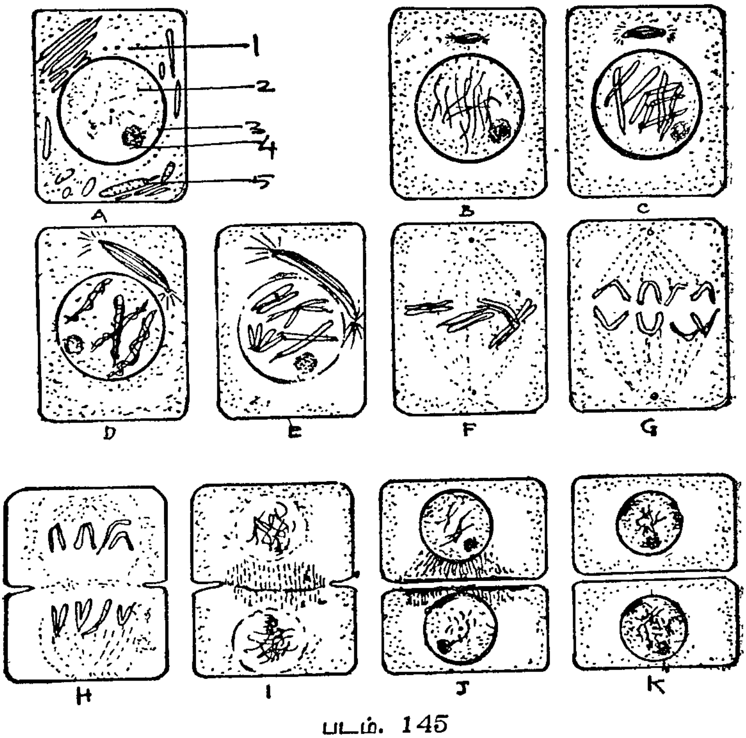
(e) குரோமோசோம்களின் ஆர்.என்.ஏ. மற்றும் பாஸ்போலிபிட்டுகளின் அளவு அதிகரிக்கின்றது.

ஆக முதல் நிலையில், குரோமோசோம்கள் உருவாக்கப்பட்டு, துருவங்கள் ஏற்பட்டு, கதிரிழைகளும் தோன்றி செல் பிரிய முதலேற்பாடுகள் பூர்த்தியடைகின்றன.

2. மாற்று நிலை (Metaphase): குரோமோசோம்களில் அவைகட்கு உருவம் கொடுப்பதும், அவற்றின் மத்தியில் நிலையான இடத்தில் இருப்பவைகளுமான சென்ட்ரோமியர் (Centromere)

அல்லது கினடோகோர் (Kinetochore) தெளிவாகத் தெரிய ஆரம்பிக்கிறது.

இந்த சென்ட்ரோமியரில்தான் கதிரிழைகள் (Spindle fibres) இணைக்கப்பட்டு, குரோமோசோம்களின் அசைவுகளுக்கு வழி வகுக்கின்றன. குரோமோசோம்களின் அசைவுகள் இரண்டு கட்டங்களாக நடக்கின்றன. முதல் கட்டம் மாற்று நிலையின் போது நடக்கிறது. குரோமாட்டின் இழை ஜோடிகள் நடு மத்திய நிலைக்கு வந்து சேர்கின்றன. இந் நிலையில் குரோமோசோம்கள்



படம். 145
செல் பிரிதல் (மிட்டோஸிஸ்)

1. சென்ட்ரோசோம், 2. உட்கரு, 3. உட்கருச்சவ்வு, 4. நியூக்ளியோலஸ், 5. மைட்டோ காண்டிரியா.

துருவங்களுக்கிடையே அமைந்திருக்கும் கதிரிழைகளின் மத்தியில் உள்ளன. துருவங்களில், கதிரிழைகள் கிளம்புகின்ற இடம் ஆஸ்டர் (Aster) எனப்படும். இவை விலங்கினச் செல்களில் தெளிவாகத் தெரிகின்றன.

3. **ஆக்க நிலை அல்லது அனபேஸ்** (Anaphase) : குரோசோம்களின் அசைவில் இரண்டாவது கட்டம் இப்போது நடக்கிறது. சென்ட்ரோமியர் பிளவுபட்டு இரு குரோமாடிட்டுகளும் எதிர் துருவங்களை நோக்கி நகர்கின்றன. இவை பிரிந்து துருவங்கள் நோக்கி நகர்வதை அசைபடம் (film) மூலமாகவும், நுண்ணோக்கி மூலமாகவும் கவனித்து அளந்து விவரித்துள்ளனர். குரோமாடிட்டுகள் நகரும் தூரம் சுமார் 5 முதல் 25 மைக்ரான்களாகும். 1 நிமிடத்திற்கு ஒரு மைக்ரான் வீதம் நகர்கின்றன. குரோமாடிட்டுகள் நேர்க்கோட்டில் நகர்ந்து துருவத்தில் சேர்கின்றன. சென்ட்ரோமியர் எவ்விதம் கதிரிழைகளோடு இணைக்கப்பட்டுள்ளன என்றோ, அல்லது அவை நகர்வது எப்படி கட்டுப்படுத்தப் படுகிறது என்றோ இன்னும் தெளிவாகப் புரியவில்லை.

இந்நிலையில் கதிரிழைகள் மிக முக்கிய வேலையைச் செய்கின்றன, இவை ஒளி ஊடுருவும் தன்மையதாக ஜெல்லி போன்று உள்ளது. இவற்றின் நடுவே மைட்டோகாண்ட்ரியா போன்ற நுண்ணுறுப்புகள் இருப்பதில்லை. இவை இரு துருவங்களுக்கிடையே அமைந்திருக்கும். இதன் இழைகள் நேரானதாகவும், சாதாரணமாக இரட்டை இழைகளாகவும், சில சமயங்களில் கட்டு கட்டாகவும் தெரிகின்றன. இவை குரோமோசோம்களின் சென்ட்ரோமியரிலிருந்து துருவம் வரை நீண்டுள்ளன. குரோமாடிட்டுகள் துருவங்களை நெருங்க நெருங்க இவ்விழைகள் சுருங்கி விடுகின்றன, இக்கதிரிழைகளை தனியே பிரித்து ஆராய்ந்ததில் அவற்றின் மூலக்கூறு அமைப்பு தெரிய வந்தது. செல்லிலிருந்து தனியே பிரித்து விட்டால் இவற்றின் வேதியியல் இயல்பு அப்படி இருப்பதில்லை. ஆதலால் செல்லின் உள்ளே இவை நிலைத்திருக்க ஏதோ ஒரு பொருள் இருக்கலாமெனத் தெரிகிறது. இந்தக் கதிரிழைகள் நிலைக்க கந்தக (Sulphur) இணைகள் (Bond) பயன்படுகின்றன. இவற்றில் அதிகமாக புரதம் உள்ளது என்று கண்டிருக்கின்றனர். மேலும் புரதத்தோடு சம்பந்தப்பட்ட ஆர். என். ஏ.யும் இருக்கிறது. அதைத்தவிர கொழுப்பு (lipid) (லிபிட்டு)களும் உள்ளன, கதிரிழை அமைப்பை நிலை நிறுத்த புரதங்களுக்கிடையே உள்ள கந்தக இழைகள் மிக அவசியம் என சோதனைகள் மூலம் கண்டுள்ளனர்.

4. கடைநிலை (Telophase) : குரோமோசோம்கள் இரண்டு கூட்டங்களாகப் பிரிந்த பிறகு இரண்டு உட்கருக்களாக மாற்றமடைகின்றன. இவைகளைச் சுற்றி உட்கருச் சவ்வு வந்தமைகிறது. இது எப்படி நடைபெறுகிறது என்று தெளிவாக இல்லை. நியூக்ளியோலஸ்ஸும் உண்டாகிறது.

உடனே சைட்டோபிளாஸம் இரண்டாகப் பிரிகிறது. இது முக்கிய நிகழ்ச்சியாகும். இது எப்படி நடக்கிறது என்பதை விவரிக்க பல கொள்கைகள் ஏற்பட்டன. பிரிவானது குரோமோ சோம்களைப் பொறுத்து இராமல் கதிரிழைகளைப் பொறுத்தே உள்ளது. தாவரச் செல்களில், இரண்டு சேய் உட்கருக்களுக்கு இடையே ஒரு செல்சுவர் அமைக்கப்படுகிறது. ஆனால் விலங்கினச் செல்களில் செல் நடு மையத்தில் சுருங்கி பிளவுபடுகிறது.

மிட்டோசிஸ் (Mitosis) நடைபெற தூண்டலாக அமைவது, செல் பரிமாணம் இருமடங்காக ஆவதோ அல்லது செல்லின் பரப்புக்கும் பரிமாணத்திற்கும் இடையே உள்ள விகிதமாற்றமோ அல்லது டி.என்.ஏ. இரட்டித்தலோ, நியூக்ளியோலஸின் செயலோ ஏதோ ஒன்று காரணமாக அமையலாம்.

குன்றல் பிரிவு (Meiosis)

இனப்பெருக்க உறுப்புகளில் இனச்செல் உற்பத்தியின்போது நடைபெறுவதுதான் குன்றல் பிரிவு. எதனால் இது நடக்கிறது என்று புரியவில்லை. ஆர்.என்.ஏ., டி.என்.ஏ, ஆகியவற்றின் அளவு இதற்குக் காரணமாக இருக்கலாம். இப்பிரிவில் முக்கிய அம்சங் களாவன :—

1. குரோமோசோம்கள் இணைசேர்ந்து அதன் குரோமாடிட் டுகள் இடம் பெயர்வது.

2. குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை பாதியாக குறைதல்.

குன்றல்பிரிவு இரு கட்டங்களில் நடக்கிறது. இவற்றிற்கு குன்றல் பிரிவு I என்றும் குன்றல் பிரிவு II என்றும் சொல்வர். குன்றல் பிரிவின் இடைநிலை (Interphase) யின் போது டி.என்.ஏ. முழு அளவுக்கு சேர்க்கப்பட்டு நிற்பதை ஆட்டோ ரேடியோ கிராஃபிக் (auto radio graphy) ஆய்வுகள் தெரிவிக்கின்றன. மிட்டோசிஸில் நடப்பது போல் ஸெமிகன்ஸர்வேடிவ் முறையில் டி.என்.ஏ. இரட்டிக்கப்படுகிறது என்று தெரிகிறது. சேர்க்கப்படு கின்ற ஆர்.என்.ஏ. முழுதும் குரோமோசோம்களிலிருந்தே உண்டா கின்றன; நியூக்ளியோலஸ்லிருந்து அல்ல. ஆனால் மிட்டோசிஸில் நியூக்ளியோலஸ்தான் ஆர்.என்.ஏ.ஐ உண்டாக்குகிறது. மேலும் குன்றல் பிரிவின் முதல் நிலையின் கடைசியில்தான், அதாவது நியூக்ளியோலஸ் மறைந்த பிறகுதான் ஆர்.என்.ஏ. சேர்க்கப் பெறுகிறது. முதல் நிலையின் லெப்டோடீன், பேச்சிடீன் பகுதிகளில் ரிபோ நியூக்ளிக் புரதங்களும் சேர்க்கப்படுகின்றன.

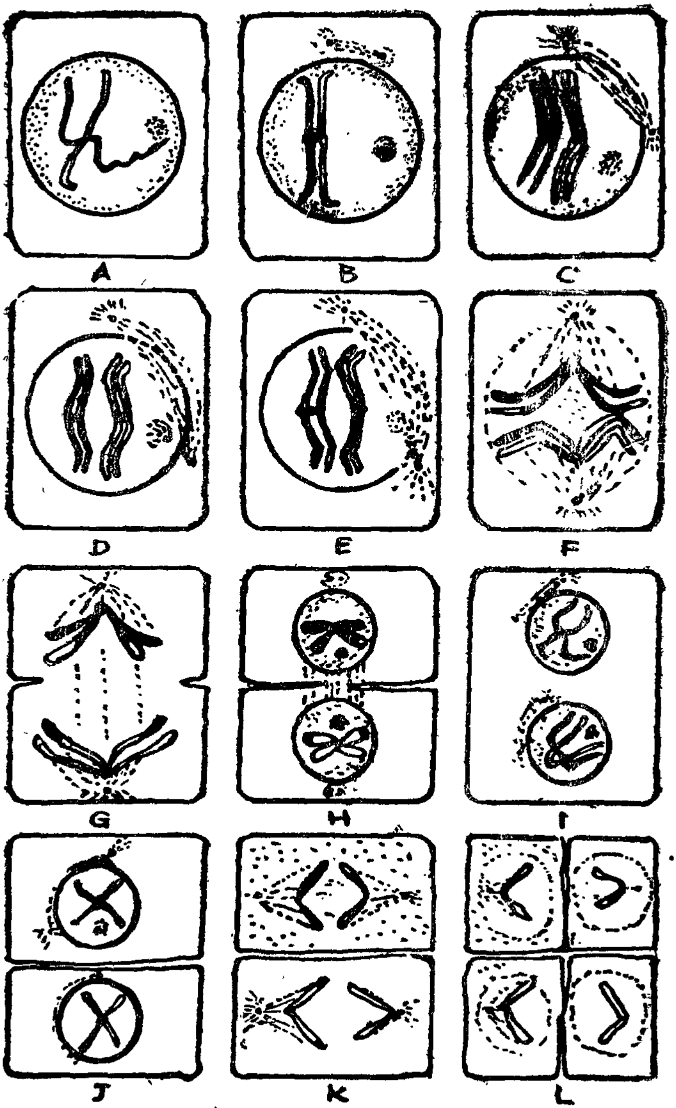
குன்றல் பிரிவு I

1. முதல் நிலை I : உட்கருவின் பொருள்கள் மாறுபடுவதால், உட்கரு பரிமாணத்தில் அதிகரிக்கிறது. இம்முதல் நிலை நீண்ட நேரம் நடக்கிறது. இது 5 உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

(a) லெப்டோடீன் (Leptotene): குரோமோசோம்கள் நீண்டு சுருள் பிரிந்து காணப்படுகின்றன. இதன் கடைசியில் குரோமாட்டின் இழைகள் சிறு அளவில் நிறைய சுருள்களாகவும் ஒரேவிட்டமுள்ளவையாகவும் இருக்கின்றன. சில செல்களில் இந் நிலையிலேயே குரோமசோம்கள் இரட்டிக்க ஆரம்பிக்கின்றன. சில விலங்கினச் செல்களில் இந்த குரோமோசோம்களின் நுனிகள் சென்ட்ரோமியரின் அருகே உள்ள உட்கருச்சவ்வின் அருகே அமைந்து உள்ளே வளைந்து காணப்படும். இதனால் இவை ஒரு பூச்செண்டு போல் காணப்பெறும். குரோமோசோம்களுக்கு துருவங்கள் ஏற்பட்டதாகக் கொள்ளலாம். நியூக்ளியோலஸ் பெருத்து ஆர்.என்.ஏ.அடர்த்தி மிகுந்து விளங்கும். இந்நிலையின் கடைசியில் குரோமோசோம்கள் குறுகி தடித்து அதிகவிட்டமுடன் காண்கின்றன.

(b) ஸைகோடீன் (zygotene): இது முதல் நிலையின் முக்கிய பகுதியாகும். இரண்டு ஒரே மாதிரியான குரோமோசோம்கள் (ஒவ்வொன்றும் ஒரு பெற்றோரிடமிருந்து வந்தவை) அருகிணைந்து நெருங்குகின்றன அல்லது இணைசேர்கின்றன. ஓரிடத்தில் இரண்டும் இணைந்துவிட்டால் உடனே வரிசையாக மளமள வென்று இணைகின்றன. இப்படி ஒவ்வொரு ஜோடி குரோமோசோம்களிலும் நான்கு குரோமாடிட்டுகள் இருக்கும். ஏன் இப்படி இணைசேர்கின்றன? இதற்கு என்ன அவசியம் என்று புரியவில்லை. இந்நிலை வெகுநேரம் நீடிக்கிறது.

(c) பேச்சிடீன் (Pachytene or Pachynema): இணைசேர்வது முடிந்து இப்பொழுது எத்தனை குரோமோசோம்களோ அந்த எண்ணிக்கையில் பாதி ஜோடிகள் இருக்கின்றன. இந்நிலையில் குரோமோசோம்கள் குன்றி, பருத்து, லெப்டோடீனின் அளவில் $\frac{1}{4}$ அல்லது $\frac{1}{6}$ th அளவே இருக்கின்றன. சில சமயங்களில் இணைந்த குரோமோசோம்கள் ஒன்றுக்கொன்று பின்னிக்கிடக்கும். இப்போது இணை குரோமோசோம்களின் குரோமாடிட்டுகளின் பகுதிகள் பிரிந்து மாறிச்சேர்கின்றன. இதனால் X உருவ அமைப்புகள் (கயாஸ்மா) (Chiasma) தோன்றுகின்றன. ஒரு இணையில் எத்தனை மாற்றுக்கள் நடக்கின்றன என்பது குரோமோசோம்களின் நீளத்தைப் பொறுத்தது. இந்த மாற்றுகள் எங்கே நிகழ்கின்றன என்பது மரபு வழி கட்டுப்பாட்டில் உள்ளதெனத் தெரிகிறது.



படம். 146 குன்றல் பிரிவு

முதல்நிலை I A. லெப்டோடீன், B. ஸைகோடீன் C. பேச்சிடீன், D. டிப்ளோடீன், E. டயகினஸிஸ்.F. மாற்றுநிலைI. G ஆக்கநிலை I. H. கடைநிலை I I முதல் நிலை II, J. மாற்று நிலை II, K. ஆக்க நிலை II, L. கடை நிலை II.

(d) டிப்ளோடீன் (Diplotene or diplonema) : இந்நிலையில் இணை சேர்ந்த குரோமோசோம்கள் பிரிகின்றன. ஸென்ட்ரோமியர்களுக்கிடையில் ஏற்படும் எதிர்ப்பு விசை நன்ருகத்தெரிகிறது. × உருவ அமைப்புகளில் மட்டுமே இணை குரோமோசோம்கள் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கின்றன. இப்பொழுது குரோம்சோம்கள் வளைந்து தென்படுகின்றன. இந்நிலை கடைசியில் குரோமோசோம்களின் மாற்று × உருவ இடங்கள் நுனிக்குத் தள்ளப்படுகின்றன.

(e) டயகினஸிஸ்(Diakinesis): குரோமோசோம்கள் இன்னும் சுருங்கி குரோமாடிட்டுகள் தனியாக தெரியாத வண்ணம் அமைகின்றன. குரோமோசோம் இணைகள் உட்கருச் சவ்வின் அருகே சென்று ஒன்றுக்கொன்று தொடர்பு இல்லாமல் இருக்கின்றன. நியூக்ளியோலஸ் முழுவதும் மறைந்து விடுகிறது. உட்கருச்சவ்வு சிதைந்து, கதிரிழைகள் சென்டிரியோல்களினுல் உண்டாக்கப் பெறுகின்றன.

2. மாற்றுநிலை I (Metaphase I): இணை குரோமோசோம்கள் இப்பொழுது கதிரிழைகளின் நடுவில் உள்ளன. குரோமோசோம்களின் சென்ட்ரோமியர்கள் துருவத்தின்பால் நகர்ந்து, அவற்றின் நுனிகள் மத்தியத்தட்டை நோக்கி உள்ளன. சென்ட்ரோமியரோடு இணைந்த கதிரிழைகளுக்கு குரோமோசோம் இழைகள் எனப் பெயர்.

3. ஆக்கநிலை I (Anaphase I): நான்கு குரோமாடிட்டுகள் கொண்ட அமைப்பு இரு குரோமோசோம்களாகப் பிரிகின்றன. குரோமோசோம்களின் இடையே ஏற்பட்ட × போன்ற அமைப்பு நழுவி இணை குரோமோசோம்கள் பிரிந்து நிற்கின்றன. ஒவ்வொரு குரோமோசோமிலும் இரண்டு குரோமாடிட்டுகள் நடுவில் சென்ட்ரோமியரில் இணைந்து இரட்டை 'V' போலவோ அல்லது J போலவோ அமைந்திருக்கும். சென்ட்ரோமியரிலிருந்து கிளம்பும் நான்கு குரோமாடிட் முனைகளும் பிரிந்தே இருக்கும்.

4. கடைநிலை I (Telophase I): குரோமோசோம்கள் துருவங்களை அடைகின்றன. உட்கருச்சவ்வு உண்டாகிறது. குரோமோசோம்களில் சுருள்கள் பிரிந்து நீள்கின்றன. ஆனுல் அவை முழுமையாகப் பிரிவதில்லை. ஏனென்ருல், இடைநிலை மிகக்குறுகிய நேரமே உள்ளது. இப்பொழுது குரோமோசோம்கள் இரட்டிக்கப் படாமல் இரண்டாவது முதல் நிலையில் மறுபடி தோன்றுகின்றன.

5. முதல்நிலை II (Prophase II): இது மிகச்சாதாரணமானது. குறிப்பிடும்படியாக ஏதும் நிகழ்வதில்லை. இது மிட்டோசிஸ் போலவே உள்ளது. குரோமோசோமில் உள்ள இரு குரோமாடிட்டு

களும் X போன்று அமைந்து காணப்படுகின்றன. சுருள்வது நிகழாமல் குரோமாட்டின் இழைகள் ஏற்பட்ட சுருள் பிரியாமல் உள்ளன. இரு குரோமாடிட்டுகளின் ஜீன் அமைப்பு அவைகளில் ஏற்பட்ட மாறி அமைதலைப் பொறுத்தது. உட்கருச்சவ்வும், நியூக்ளியோலஸ்ஸும் மறைகின்றன.

6. மாற்று நிலை II (Metaphase II): இதுவும் மிகக்குறுகிய காலத்தில் நடைபெறுகிறது. குரோமாடிட்டுகள் நடு மத்திய தட்டை வந்தடைகின்றன. சென்ட்ரோமியர்கள் நடுமையத்திலும், இழைகள் விரிந்தும் காணப்படுகின்றன. சென்ட்ரோமியர் இரண்டாகப் பிரிகிறது.

7. ஆக்கநிலை II (Anaphase II): குரோமோசோம்களின் இரு குரோமாடிட்டுகளும் பிரிந்து எதிர் துருவங்களை நோக்கி செல்கின்றன.

8. கடைநிலை II (Telophase II): சேய் குரோமோசோம்கள், குரோமாடிட்டுகளிலிருந்து உண்டாகின்றன. உட்கருச்சவ்வும், நியூக்ளியோலஸ்ஸும் உண்டாகின்றன.

பிறகு சைட்டோபிளாஸம் பிரிந்து இரு செல்களாக ஒவ்வொன்றும் பாதியாகக் குறைந்த குரோமோசோம் எண்ணிக்கையுடன் உள்ளதாக ஆகின்றது.

மிட்டோசிஸ் (Mitosis) அல்லது மறைமுகப் பிரிவுக்கும் மியோசிஸ் (Meiosis) அல்லது குன்றல் பிரிவுக்கும் உள்ள வேறுபாடுகள்.

மிட்டோசிஸ்	மியோசிஸ்
1. இதற்கு மறைமுகப்பிரிவு எனப்பெயர்.	இதற்கு குன்றல் (reduction) பிரிவு எனப்பெயர்.
2. இது தாவரங்களின் வளரும் பகுதிகளில் (தண்டுமுனை, வேர்முனை) விலங்குகளின் உடம்பில் உள்ள செல்களிலும் நடக்கும்.	இது இனப்பெருக்க உறுப்புகளில், இனச்செல் உண்டாகும் போது ஏற்படுகிறது.

	மிட்டோசிஸ்	மியோசிஸ்
3.	இதன் விளைவாக, ஒன்றை யொன்று அளவிலும் குணத்திலும் ஒத்திருக்கிற 2 சேய் செல்கள் உண்டாகின்றன.	இதன் விளைவாக ஒன்றுக் கொன்று வித்தியாசமாக உள்ள நான்கு செல்கள் உண்டாகின்றன. எல்லா சேய் செல்களிலும், தாய்ச் செல்லில் உள்ளதில் பாதி அளவே குரோமோசோம்கள் இருக்கும்.
4.	மிட்டோசிஸில் முதல்நிலை (புரோபேஸ்) (Prophase) குறுகிய காலத்தில் நடைபெறும்.	இங்கே இந்நிலை நீண்ட நேரம் எடுத்துக்கொள்கிறது.
5.	முதல்நிலையில் சிறு பிரிவுகள் இல்லை.	லெப்டோடீன், ஸைகோடீன் பேச்சிடீன், டிப்ளோடீன் டையாகினிஸஸ் என்று 5 சிறு பிரிவுகள் உள்ளன.
6.	குரோமோசோம்கள் முதல் நிலையில் ஜோடி சேர்வதில்லை.	ஒரேமாதிரியான குரோமோசோம்கள் ஸைகோடீன் நிலையில் ஜோடி சேர்கின்றன.
7.	குரோமோசோம்களுக்கிடையே ஜீன்கள் கொண்ட மரபணுக்கள் இடம் மாற்றிக் கொள்வதில்லை.	ஜோடி சேர்ந்த குரோமோசோம்களுக்கிடையே, குரோமாடிட்களின் துண்டுகள் இடம் மாறுகின்றன.
8.	குரோமோசோம்கள் ஒவ்வொன்றும் இரண்டு குரோமாடிட்டுகளாக முழுதும் பிரிகின்றன. இந்தப் பிரிதல் மெடபேஸ் என்னும் நிலையில் தொடங்குகிறது. குரோமோசோம்களில் உள்ள சென்ட்ரோமியர் தான் முதலில் இரண்டாகப் பிரிகிறது.	குரோமோசோம்கள் முழுதும் பிரிவதில்லை. இங்கு சென்ட்ரோமியர் இரண்டாகப் பிரிவதில்லை.
9.	அனபேஸ் நிலையில் குரோமாடிட் ஜோடிகள் பிரிக்கப்பட்டு எதிர் துருவங்களை நோக்கி இழுக்கப் படுகின்றன.	இங்கு குரோமோசோம்களின் ஜோடிகள் பிரிகின்றன. குரோமாடிட்டுகள் பிரிவதில்லை.
10.	மிடோசிஸ் இறுதியில் இரண்டு சேய் செல்கள் மட்டுமே உண்டாகின்றன.	இதன் விளைவாக நான்கு சேய் செல்கள் உண்டாகின்றன. ஏனென்றால் இரண்டாவதாக குன்றல் பிரிவு II என்ற செல் பிரிவும் தொடர்கிறது.

20. தாவர, விலங்கினச் செல்களுக்கிடையே உள்ள வேற்றுமைகள்

(1) பல தாவரச்செல்களில் செல்சுவர் என்பது செல்லைச் சுற்றியுள்ள கடினமான, பல அடுக்குகளாலான புறச்சுவராகும். இது செல்லினுல் சுரக்கப்பட்டு, செல்லின் பிளாஸ்மாச் சவ்வைச் சூழ்ந்து செல்லுக்கு உறுதியையும், பாதுகாப்பையும் அளிக்கிறது. பக்கத்திலுள்ள செல்களை இணைக்க சில செல்களில் இச்சுவரில் பள்ளங்களும் சிறிய நுண்ணிய நீட்சிகளும் இருக்கலாம். இவற்றிற்கு பிளாஸ்மோ டெஸ்மாட்டா (Plasmo desmata) எனப்பெயர். இச்செல் சுவர் பெரும்பாலும் செல்லுலோஸ் (Cellulose) என்பதால் ஆனது, புரதங்கள், கோழை பிசின், டானின் (Tannin) மற்றும் சில கொழுப்புப் பொருள்களும் இதில் இருக்கலாம். செல்லின் உள்ளிருக்கும் உறுப்புகளால் ஏற்படும் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தத்தை எதிர்த்து நிற்கும் உறுதி இதனுல் கிடைக்கிறது. இவற்றின் ஊடே செல்வளர்ச்சிக்கான பொருள்கள் போகவும் மேலும் பல நொதிகள் வினைபுரியுமிடமாகவும் இவை விளங்குகின்றன, சைட்டோபிளாஸத்தினுள் பல நுண்ணுயிரிகள் புகாவண்ணம் இது தடுக்கிறது.

(2) சைட்டோபிளாஸத்தில் உள்ள குமிழிகள் அளவில் பெரியனவாகவும், எண்ணிக்கையில் குறைந்தும் தாவரச் செல்களில் காணப்படுகின்றன. இவை சேமித்து வைத்தலுக்கும், பொருள்கள் கடத்திச் செலுத்தப்படுவதற்கும், செல்லின் உள்ளழுத்தம் நிலையாக இருப்பதற்கும் பயன் பெறுகின்றன.

(3) சில தாவரச்செல்களில், பிளாஸ்டிட்டுகள் (கணிகங்கள்) (Plastids) உருண்டை, நீண்ட கோளம் அல்லது நாடாவைப் போன்று இருக்கலாம். இந்த கணிகங்களில் (a) பசுங்கணிகங்கள் (Chloroplasts) (b) நிறக்கணிகங்கள் (Chromoplasts) (c) வெண் கணிகங்கள் (Leucoplasts) என 3 வகைகள் உள்ளன. பசுங்கணிகங்களில் பச்சையம் (Chlorophyll) என்ற நிறமி உள்ளது. இது உணவு தயாரிக்க ஒளிச்சக்தியை ஈர்த்து பயன்படுத்த வல்லது. நிறக்கணிகங்கள் சாதாரணமாக மஞ்சள், ஆரஞ்சு அல்லது சிவப்பு வண்ணமுடன், பூக்களிலும், பழங்களிலும் காணப்படும். வெண் கணிகங்கள், உருளைக்கிழங்கில் உள்ளது போல் உணவைச்

சேமித்து வைக்க உதவுகின்றன. சிவப்பு கணிகங்கள் (Rhodoplast) சிவப்புப்பாசிகளிலும், மஞ்சள் அல்லது இளஞ்சிவப்பு கணிகங்கள் கடல் வாழ் இளஞ்சிவப்பு பாசிகளிலும் மற்றும் டயடம்ஸ், டைனோ பிளஜல்லேட்ஸ் (diatoms, dinoflagellates) என்னும் உயிரி களிலும் காணப்படுகிறது.

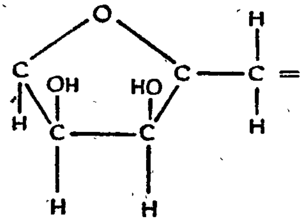
(4) விலங்கினச் செல்களில் காணப்படும் சென்டிரியோல்கள் சில கீழ்மட்ட தாவரங்களில் இருந்தாலும் உயர்மட்ட தாவரச் செல்களில் காணப்படுவதில்லை.

21 டி.என்.ஏ. (D.N.A.) ஆர்.என்.ஏ. (R.N.A.) ஆகியவற்றின் அடிப்படை அமைப்பு

ஒவ்வொரு செல்லிலும் ஒரு உட்கரு உள்ளது. உட்கருவின் உள்ளே குரோமாடின் வலையமைப்பு (Chromatin reticulum) என்று சொல்லக்கூடிய இழைகளாலான வலைப்பின்னல் ஒன்று உள்ளது. இது செல் பிரிதலின் போது சுருங்கி தடித்து தனித்தனி குரோமோஸோம் (Chromosomes) களாக விளங்குகின்றன. இவை மிடோடிக் (Mitotic) அல்லது மறைமுகப் பிரிதலின்போது இரட்டித்து, ஒவ்வொரு சேய்ச் செல்லும் அதே சம அளவு குரோமாடின்பொருள் உள்ளதாய் அமையுமாறு இரண்டாகப்பிரிகின்றன. இந்த சம அளவு, எண்ணிக்கையில் மட்டுமன்றி குணப்பாங்கிலும் சமமான அளவாகப் பிரிதல் ஏற்படுகின்றது. பரம்பரையாக வரும் குணப்பாங்குகளை கட்டுப்படுத்தும் மரபணுக்கள் அல்லது ஜீன்கள் (Genes) இந்த குரோமோசோம்களில்தான் உள்ளன. செல்லில் நடக்கும் எல்லா வேதியியல் நடவடிக்கைகளையும் இந்த குரோமோ ஸோம்கள்தான் கட்டுப்படுத்துகின்றன. ஒவ்வொரு குரோமோ ஸோமிலும், ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ள ஜீன்கள் அல்லது மரபணுக்கள், ஒரு நிர்ணயிக்கப்பட்ட வரிசையில்தான் அமைந்துள்ளன. உயிர் வாழ்வனவற்றை நன்கு புரிந்து கொள்ள வேண்டுமானால், இப்படிச் செல்லில் உள்ள முக்கியமான பாகத்தை நாம் நன்கறிதல் வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினத்தின் செல்களில் உள்ள குரோமோஸோம்களின் எண்ணிக்கையும் அவற்றின் வடிவமும் எப்போதும் ஒரே மாதிரியாகவே இருக்கும். உதாரணமாக, மனிதனின் உடலில் உள்ள செல்கள் எல்லாம் 46 குரோமோ ஸோம்களையே கொண்டுள்ளன.

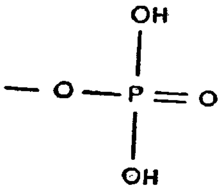
குரோமோஸோம்களை, வேதியியல் முறையில் ஆராய்ந்தால், அவை டி ஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம் (Deoxyribose Nucleic Acid) அல்லது டி. என். ஏ (D.N.A) என்று சொல்லக்கூடிய உட்கரு அமிலத்தினால் ஆனவை என்று தெரியவரும். டி. என். ஏ. என்பது என்ன? அது சில வேதிப்பொருள்களின் பெரிய மூலக்கூறு அமைப்பாகும். டி.என்.ஏ யின் ஒவ்வொரு மூலக் கூறிலும், சர்க்கரைப் பொருள், பாஸ்பேட்டுகள், மற்றும் நான்குவித நைட்ரஜன் உள்ள காரங்கள் இருக்கின்றன. சர்க்கரைப் பொருளுக்கு டி ஆக்ஸிரிபோஸ் (deoxyribose) எனப் பெயர். இது 5 கரி

(5carbon)அமைப்புகொண்ட சர்க்கரை ஆகும். அதன் அமைப்பில் உள்ள கூறுகள் (elements) கீழ்க் கண்டவாறு பொருந்தியிருக்கின்றன.



= ரிபோஸ் சர்க்கரை

சர்க்கரைப் பொருள்களை இணைக்கின்ற பாலங்களாக பாஸ்பேட்டுகள் அமைந்துள்ளன. பாஸ்பேட்டை கீழ்காணும் வகையில் எழுதலாம்.

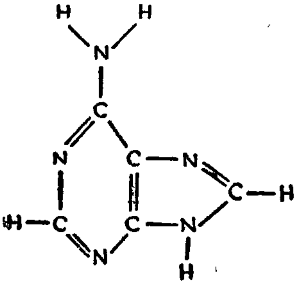


நான்கு வகை நைட்ரஜன் கொண்ட காரங்கள் அடினைன் (adenine), குவானைன் (Guanine), தைமீன் (Thymine), சைட்டோசைன் (Cytosine) என்பனவாகும். அடினைனுக்கும் குவானைனுக்கும் ப்யூரின் (Purinc) கள் எனப் பெயர். தைமினுக்கும் சைட்டோசைனுக்கும் பைரிமிடின்கள் (Pyrimidine) எனப் பெயர். இந்த நைட்ரஜன் உள்ள காரங்கள் சாதரணமாக உட்கரு அமிலத்தில் சர்க்கரைப் பொருளோடு இணைந்திருக்கின்றன. இந்த நைட்ரஜன் உள்ள காரங்களின் அமைப்பு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

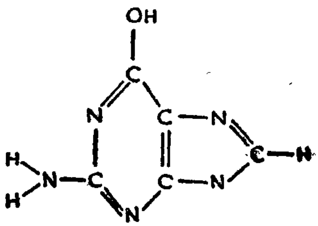
டி. என். ஏ. மூலக்கூறு 30,000 முதல் பல மிலியன் வரை மூலக்கூறு எடை (molecular weight) உள்ள மிகப் பெரிய மூலக்கூருகும். நோபல் பரிசு பெற்ற J. H. வாட்ஸன் (Watson), F.H. கிரிக் (Crick) என்ற இரண்டு விஞ்ஞானிகள் முதல் முதலில் டி. என். ஏ. மூலக்கூறின் மாதிரி ஒன்றை செய்து காட்டினர். டி. என். ஏ. என்பது ஒரு முறுக்கப்பட்ட ஏணி போன்றமைந்தது என அவர்கள் நம்பினர். ஏணியின் இரண்டு கால்களும், சர்க்கரைப் பொருளும், பாஸ்பேட்டுகளும் மாறி மாறி அமைந்து ஏற்படுகின்றன. ஏணியின் இரண்டு கால்களிலும் உள்ள சர்க்கரைப் பொருள்கள் எதிர் எதிராக அமைந்து படிகளினுல் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஏணியின் படிகள் ஒவ்வொன்றும் நைட்ரஜன் உள்ள காரங்களால் ஆனவை. ஒரு படியை ஒரு ப்யூரினும் ஒரு பைரிமிடினும் சேர்ந்தே அமைக்கின்றன. அதுமட்டுமல்ல எப்போதும் அடினைன் என்ற ப்யூரினுடன் தைமீன் என்ற பைரிமிடினும், குவானைன் என்ற ப்யூரினுடன் சைட்டோசைன் என்ற பைரிமிடினுமே இணைக்கின்றன. இந்தப் படிகள், ஏணியின் கால்கள் போலமைந்த சர்க்கரைப் பொருள்களையே இணைக்கின்றன. ஒரு ப்யூரினையும் ஒரு பைரிமிடினையும் இணைப்பது ஹைட்ரஜன் இணையாகும்.

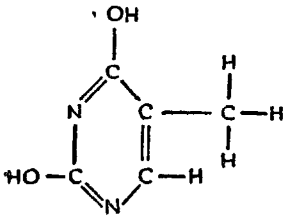
அடினைன்
(ப்யூரின்)



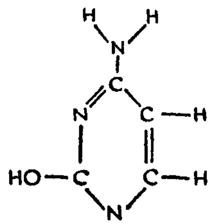
குவானைன்
(ப்யூரின்)



தைமின்
(பைரிமிடின்)

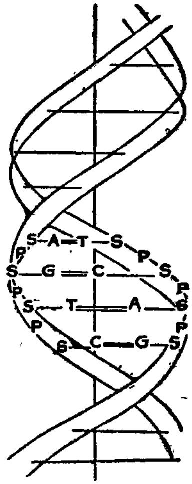


சைட்டோசைன்
(பைரிமிடின்)



(Hydrogen bond) அடினைன், தைமீன் ஆகியவற்றை இணைக்க இரண்டு ஹைட்ரஜன் இணைகளும், குவானைன் சைட்டோசைன் ஆகியவற்றை இணைக்க மூன்று ஹைட்ரஜன் இணைகளும் தேவைப் படுகின்றன. ஆதலால் குவானைன், சைட்டோசைன் இணைப்புகள் வலுவானதாக இருக்கின்றன. இந்த நைட்ரஜன் உள்ள காரங்களின் அமைப்பின் வரிசை (sequence) எப்படி வேண்டுமானாலும் மாறி மாறி இருக்கலாம். ஆதலால் தான் பல கோடி உயிரினங்களின் டி. என். ஏ. மூலக் கூறுகள் மாறுபாடுகளைக் கொண்டிருக்கின்றன.

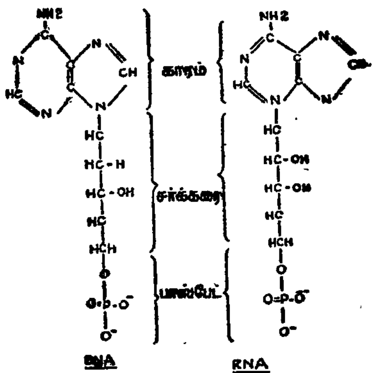
முறுக்கப்பட்ட ஏணி போன்ற டி. என். ஏ. அமைப்பு ஒரு இரட்டைச் சுழல் (double helix) என வழங்கப் பெறுகிறது. இந்தச் சுழலின் அகலம் சுமார் 20A° (ஆங்க்ஸ்ட்ராம்) (1A° என்பது மைக்ரானின் $\frac{1}{10000}$ அளவு) (1 மைக்ரான் என்பது $\frac{1}{1000}$ மில்லி மீட்டர் ஆகும்). ஏணியின் ஒரு சுற்றில் 10 படிகள் இருக்கும். இவற்றினிடையே உள்ள அளவு சுமார் 34A° ஆங்க்ஸ்ட்ராம் ஆகும்.



டி.என்.ஏ அமைப்பு

ஒரு சர்க்கரைப் பொருளோடு, ஒரு நைட்ரஜன் உள்ள காரம் சேர்ந்தது ஒரு நியூக்ளியோஸைட் (Nucleoside) எனப் படும். டி.என்.ஏ யில் நான்கு வித காரங்கள் இருப்பதால் நான்கு வித நியூக்ளியோஸைட்டுகள் இருக்கின்றன. ஒரு நியூக்ளியோஸைட்டோடு ஒரு பாஸ்பேட் இணைந்தால், அதற்கு நியூக்ளியோடைட் (Nucleotide) எனப்பெயர். ஒரு சாதாரண டி.என்.ஏ. மூலக் கூறில் பல ஆயிரம் நியூக்ளியோடைட்டுகள் இருக்கும். நியூக்ளியோடைட்டுகளின் வரிசைதான் மரபணு அல்லது ஜீன் எனப் படுவது. இதில் குறைந்த பட்சம் மூன்று நியூக்ளியோடைட்டுகளாவது இருக்க வேண்டும்.

டி.என்.ஏ. சாதாரணமாக உட்கருவின் உள்ளே இருக்கிறது. ஆனால்ஆர்.என்.ஏ. (RNA) என்ற உட்கரு அமிலம் உட்கருவின் உள்ளேயும், வெளியே சைட்டோபிளாஸத்திலும் காணப்படுகிறது.

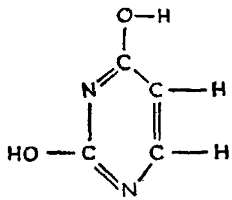


D.N.A., R.N A. அமைப்புத் தன்மை

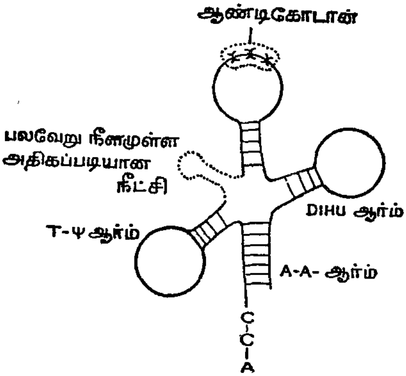
ஆர். என். ஏ. என்பது ரிபோ நியூக்ளிக் அமிலம் (Ribose Nucleic Acid) எனும் பொருளாகும். இதிலுள்ள சர்க்கரைப் பொருள் ரைபோஸ் சர்க்கரை (Ribose sugar) எனப்படும்.

ஆனால் டி.என்.ஏயில் உள்ள சர்க்கரை டி ஆக்ஸிரைபோஸ் (deoxyribose) ஆகும். (அதாவது அதில் ஒரு OH அயான் குறைவு) மேலும் ஆர்.என்.ஏ.யில் தைமீன் இருக்காது. அதற்குப் பதில் உராஸில் (uracil) என்ற நைட்ரஜன் உள்ள காரம் அமைந்திருக்கும். உராஸில் அமைப்பு கீழே தரப்பட்டுள்ளது.

யுராஸில் (பைரிமிடின்)



ஆர். என். ஏ. அமைப்பு டி. என். ஏ. போல் இரட்டைச் சுழலாக இருக்காது. ஆனால் அது வளைந்த நெளி (loop) போல இருக்கும்.



ஆர். என். ஏ. மூலக்கூறு மூன்று வகைப்படும். அவை (1) டிரான்ஸ்பர் (Transfer) அல்லது கரையக்கூடிய (Soluble) RNA ஆர். என். ஏ. (2) டெம்ப்ளேட் (Template) அல்லது அச்சு அல்லது தூது (Messenger) ஆர். என். ஏ. மற்றும் (3) ரைபோஸோமிலுள்ள (Ribosomal) ஆர். என். ஏ. ஆகும்.

புரதச் சேர்க்கையில், ஆர். என். ஏ. பெரும் பங்கு வகிக்கிறது.

(பார்க்க—புரதச்சேர்க்கை அத்தியாயம்)

22 ஏ. டி. பியும், செல் ஆற்றலில் அதன் பங்கும்

(A. T. P. and its role in cellular activity)

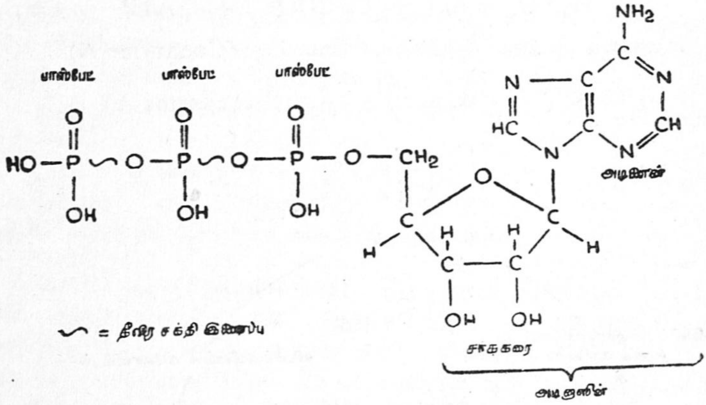
வாழ்வின் எல்லா வேலைகளுக்கும் சக்தி தேவைப்படுகிறது. இந்த சக்தியின் ஆதாரம் சூரியனிடமிருந்து தான் கிடைக்கிறது. இச்சக்தியானது தாவரங்களில் உள்ள பச்சையத்தால் பிடிக்கப் பட்டு மாவுப் பொருள்களாகவும், கொழுப்புப் பொருள்களாகவும் மாற்றி சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. அதாவது குளுகோஸ் (glucose) என்ற சர்க்கரைப் பொருள், கரிமல வாயு, மற்றும் நீர் ஆகியவற்றை சூரிய ஒளியின் சக்தியால் இணை சேர்த்து உண்டாக் கப்படுகிறது. இந்த குளுகோஸ் பிறகு மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டு மாவுப் பொருளாகவும், சர்க்கரைப் பொருளாகவும் செய்யப்படு கிறது.

வாழ்வுக்கு தேவையான சக்தியைப் பெற, இந்த குளுகோஸ் தான் அடிப்படை. ஒரு மூலக்கூறு குளுகோஸை பிராண வாயு வுடன் சேர்த்து எரிக்கும்போது, 673 கிலோ கலோரிக்கு சமமான சக்தி கிடைக்கிறது. இந்த சக்தி பாஸ்பேட்டுகளின் இடையே உள்ள அதி தீவிர சக்தி இணைப்புகளில் உள்ளது (high energy bonds) இந்த 673 கலோரி சக்தியும் 38 ஏ. டி. பி. மூலக் கூறு களாக உயிருள்ள செல்களில் கிடைக்கின்றன. அதாவது வேதி யியல் சக்திக்கு ஏ.டி.பி. மூலக்கூறுகள்தான் செலாவணி சில்லரை யாக இருக்கின்றன.

ஏ. டி. பி மூலக்கூறு என்றால் என்ன? ஒவ்வொரு ஏ. டி. பி. மூலக் கூறிலும் ஒரு நைட்ரஜனுள்ள காரம் (nitrogenous base) (இதற்கு அடினைன் (adenine) என்று பெயர்) ஒரு ரிபுலோஸ் சர்க்கரை (Ribulose sugar) மற்றும் 3 பாஸ்பேட்டுகள் உள்ளன. அடினைனும், சர்க்கரையும் சேர்ந்து அடினோஸின் (adenosine) என்ற நியூக்ளியோஸைட் (Nucleoside) ஆகிறது. இந்த நியூக்ளியோ ஸைட் ஒரு பாஸ்பேட்டுடன் இணைந்து ஒரு நியூக்ளியோடைட் (Nucleotide) ஆகிறது.

மற்ற இரண்டு பாஸ்பேட்டுகளும், நியூக்ளியோடைட்டில் உள்ள பாஸ்பேட்டோடு அதி தீவிர சக்தி இணைப்புகளால் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன.

ஒளிச் சேர்க்கையின் போது இந்த ஏ. டி. பி. உண்டாக்கப் படுகிறது. நீர், ஒளிச் சக்தியால் பிரிக்கப்படும் போது ஒரு மின்னணு (electron) பிரிந்து பிறகு செல்களில் உள்ள ஸைட்டோ குரோம்கள் (Cytochromes) மூலமாக பச்சையத்திற்கு வந்து சேர்கிறது. இந்த மின்னணு மாற்றத்தின் போது ஒரு ஏ.டி.பி. (A. D. P.) (அடினுஸின் டை பாஸ்பேட்) ஒரு அடினுஸைன் ட்ரை பாஸ்பேட்டாக (A.T.P.) சக்தி ஏற்றம் பெறுகிறது. இதற்கு ஒளியினுல் பாஸ்பேட் ஏற்றம் (Photophosphorylation) என்று பெயர். மேலும் ஒளிச்சேர்க்கையில் குளூகோஸ் உண்டாக்கப் பெறுகிறது. இதை மறுபடியும், ஏ. டி. பி. சக்தியைக் கொடுக்குமாறு பிராணவாயுவுடன் எரிக்கலாம்.



சுவாசித்தலால், குளூகோஸ் எரிக்கப்பட்டு ஏ.டி.பி. கிடைக்கிறது. ஒரு குளூகோஸ் மூலக்கூறு 38 ஏ.டி.பி. மூலக் கூறுகளை எரியும் போது (சுவாசித்தலால்) கொடுக்கவல்லது. குளூகோஸ் எப்படி உடைபட்டு ஏ. டி.பிக்களை கொடுக்கிறது என்பதை கீழே உள்ள க்ரெப் சுழற்சி (Kreb's cycle) காட்டுகிறது. இதில் முதல் படியாக குளூகோஸ் பைருவிக் அமிலமாக (Pyruvic acid) மாற்றப் படுகிறது, இது செல்லில் சைட்டோ பிளாஸத்தில் நடைபெறுகிறது.

மற்ற படிகள் செல்லில் உள்ள மைட்டோகாண்டிரியா (Mito chondria) என்ற உறுப்புகளில் நடைபெறுகின்றன. இப்படி குளூகோஸ் உடைவது ஆக்ஸிடேஷன் (Oxidation) ரிடக்ஷன் (reduction) என்ற வரிசைகளால் மின்னணு மாற்ற முறையில் நடைபெறுகிறது. இதற்கு பல மூலக்கூறுகளும், டி.பி.என். (D.P.N.)

(டை பாஸ்போ பைரிடின் நியூக்ளியோடைட்) ரிபோப்ளேவின் (Riboflovin) கோ என்ஸைம் (Coenzyme) ஸைட்டோகுரோம் கள் (Cytochromes) போன்ற நொதிகளும் உதவி செய்கின்றன.

கிரெப் சுழற்சி (Kreb's Cycle)

குளுகோஸ் ($C_6H_{12}O_6$)

குளுகோஸ் + பாஸ்பேட் = குளுகோஸ் பாஸ்பேட்

↓

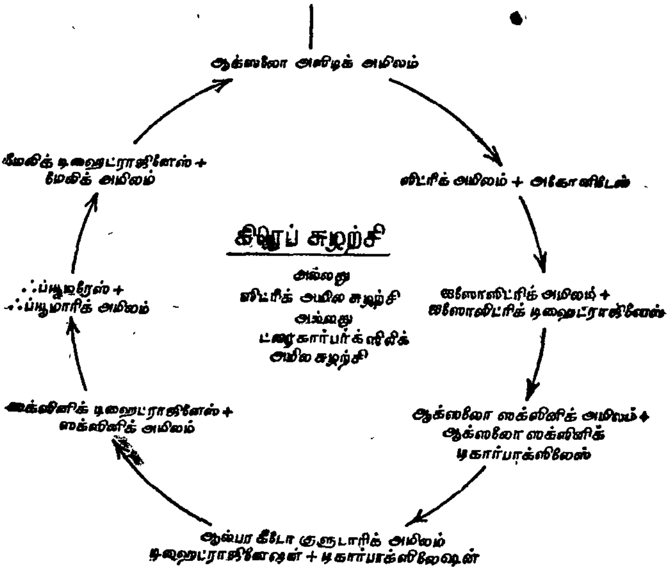
= 2 பைருவிக் அமில மூலக்கூறுகள் + 2 ஏ. டி. பி (ATP)
(Pyruvic acid)

$$C_6H_{12}O_6 = 2(CH_3COCOOH) + 2\ ATP$$

பைருவிக் அமிலம் + கோ என்ஸைம் A (Coenzyme A)

|

அஸிடில் கோ என்ஸைம் A (Acetyl coenzyme A)



+ 36 ATP

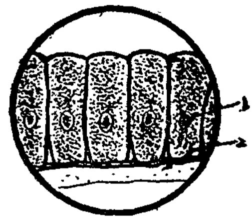
Total 38 ATP

23 திசுக்கள்

(Tissues)

ஒரு குறிப்பிட்ட வேலையைச் செய்வதற்காக, ஒரே மாதிரியான மாறுபாடுகள் அமைந்த ஒரு செல் கூட்டமே திசு எனப்படும். ஓர் உயிரி பல செல்களால் ஆனதாக இருந்தாலும், அதன் செல்கள் எல்லாம் ஒரே மாதிரி இருக்காது. தாங்கள் செய்யும் வேலைக்கேற்ப சில தகவமைப்புகளைப் பெற்று வடிவத்தில், செயலில், மாறுபாடுகளை செல்கள் அடைகின்றன. இப்படி வேலைக்கேற்ப வடிவ மாறுபாடுகள், வேலைகளைப் பல செல்கள் பகிர்ந்து கொள்வதால் ஏற்படுகின்ற விளைவாகும். இதற்கு செல் தனித்திடுதல் (Cell differentiation) எனப் பெயர். இப்படி மாறுபாடமைந்த ஒரு செல் கூட்டத்தைத்தான் திசு எனச் சொல்கிறோம். உதாரணமாக, எபிதீலியம் (அல்லது புறப்படை) (Epithelium), தசை (Muscle), நரம்பு (Nerve), இணைப்புத்திசு (Connective tissue), குருத்தெலும்பு (cartilage), எலும்பு (Bone), இனச் செல்கள் (Germ cells) ஆகியவற்றைச் சொல்லலாம்.

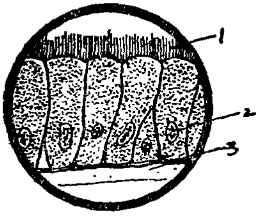
எபிதீலியம் (Epithelium) : இது சாதாரணமாக, காப்புத் திசுவாக அமைந்திருக்கும். இது ஒரே ஓர் அடுக்கு செல்களால் ஆக்கப்பட்டு அதன் மேற்புறம் திறந்த வெளியாக (free surface) அமைந்திருக்கும். இந்த வெளி புறத்தேயோ அல்லது அகத்தேயோ (external or internal) இருக்கலாம். இதன் செல்கள் அடியில் கூழ் போன்ற (Gelatinous) அடித்தளத்தின் மேல் ஒரு வரிசையாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இரத்த தந்துகிகளும் (Capillaries) நரம்பு முனைகளும் இந்த அடித்தளத்தோடு நின்று விடுகின்றன. ஆகவே இத்திசுவின் செல்கள் தங்களுக்குத் தேவையானவற்றை இந்த அடித் தளத்திலிருந்தே பெறுகின்றன. பலவகை எபிதீலியங்கள் உள்ளன



படம் 150
தூண் எபிதீலியம்
1. உட் கரு
2. அடிப்படை

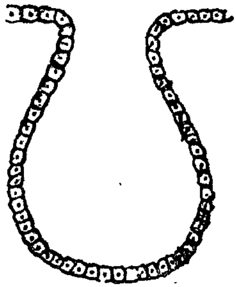
1. தூண் செல்கள் எபிதீலியம் (Columnar) இவ்வகை எபிதீலியம் முன்குடல் (Oesophagus) குடல் (intestine) மற்றும் சில சுரப்பி நாளங்களின் (ducts) சுவர்களில் காணப்படுகிறது. இதன் செல்கள் நீண்டு தூண்கள்போல் உள்ளன. உட்புறம்

மெலிந்து காணப்படுகின்றன. இச் செல்கள் அடித் தளத்தின்மேல் செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்திசு உறிஞ்சும் சக்தி கொண்டிருப்பதால் உணவு உள்ளீட்ட உதவுகிறது.



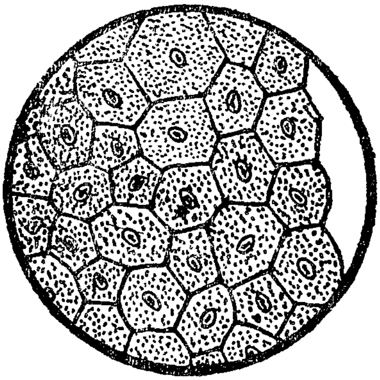
படம். 151
சிலியா உள்ள எபிதீலியம்
1. சிலியா
2. உட்கரு
3. அடிப்படை

2. சிலியா உள்ள எபிதீலியம் (Ciliated) இத்திசு மனிதனின் சுவாசக் குழலின் உட்சுவரில் உள்ளது. இதிலுள்ள செல்களின் மேற்பரப்பில் குறு இழைகள், சிலியா (Cilia) எனப்படும் குறு இழைகள் காணப்படுகின்றன. இந்த இழைகள் வளைந்து ஆடி அசைந்து பரப்பின்மேல் உள்ள பொருள்களை மெதுவாக தள்ளி விடுகின்றன. சொல்லப் போனால், பரப்பு சுத்தமாக இருக்க இவை உதவுகின்றன.



படம். 152
சுரப்பிகளுள்ள
எபிதீலியம்

3. சுரப்பி எபிதீலியம் (Glandular) வயிற்றின் உட்சுவரிலும் மற்றும் பல சுரப்பிகளிலும் இவ்வகை எபிதீலியம் காணப்படுகிறது. இதனிலுள்ள செல்கள் கோழை அல்லது நொதிகள் சுரக்கும் சக்தியைப் பெற்றுள்ளன. சில செல்களில் குமிழ்கள்போல் பள்ளங்கள் இருக்கும். இவற்றிற்கு காப்லெட் (Goblet) செல்கள் எனப்பெயர். (மதுக்கிண்ணம் போன்றவை) இச்சுரப்பிகள், மேற் பரப்பிலேயே இருக்கலாம் அல்லது இந்த செல் பரப்பு உட்குழிந்து சோதனைக் குழாய் போலவோ அல்லது வெகுவாக வளைந்து மடிந்து கிளைக் குழல்களுடனோ விளங்கலாம்.

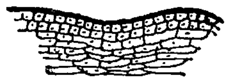


படம். 153 தகடுபோலுள்ள செல்களாலான எபிதீலியம்

4. தட்டை வடிவமான (Squamous) எபிதீலியம். நமது உதட்டின் உட்புறம் இம் மாதிரியான செல்களைப் பார்க்க

லாம். இதன் செல்கள் மிக மெலிந்து தட்டையாக இருக்கின்றன. இவை அடித் தளத்தின் மேல் ஓடுகள் பரப்பியது போல் அமைந்துள்ளன. இதன் முக்கிய வேலை இதன் அடியிலுள்ள திசுக்களைக் காப்பதேயாம்.

5. அடுக்கான தட்டை எபிதீலியம் (Stratified squamous) இது தோலில் மேற்புறம் உள்ள கார்னியஸ் (Corneous) அடுக்கில் உள்ளது. இச் செல்கள் தட்டையாக மெலிந்து இறந்துபட்டவை. இவை அடித் தளத்தின் மேல் பல அடுக்குகளாக அமைந்துள்ளன.



படம். 154
பல அடுக்குகள் கொண்ட தகடு போன்ற செல்களாலான எபிதீலியம்

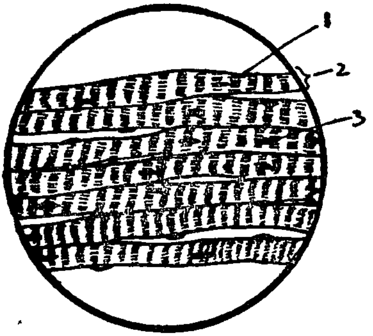
6. இனச் செல் எபிதீலியம் (Germinal) இனப் பெருக்க உறுப்புகளின் (Gonads) உட் சுவற்றில் (ஆணில் விந்தகம், பெண்ணில் அண்டம்) உள்ள எபிதீலிய செல்கள் இனப்பெருக்கச் செல்களை (Gametes) உண்டாக்குகின்றன.

7. உணர்வு எபிதீலியம் (Sensory epithelium) தோல், நாக்கு, மூக்கு போன்றவைகளின் சுவர்களில் உணர்ச்சிகளால் சுலபமாக தூண்டப்படக்கூடிய செல்கள் உள்ளன. இவை உணர்ச்சிகளை நுகர்ந்து மூளைக்கு அனுப்பி வைக்கின்றன. இவை மூலம் நாம் பலவித உணர்ச்சிகளை நுகர முடிகிறது.

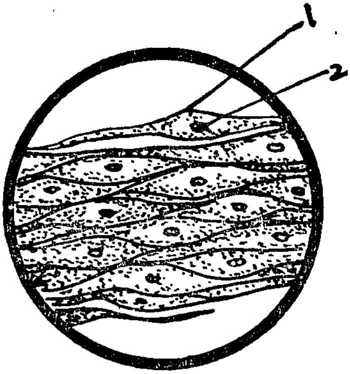
தசைத்திசு (Muscle) தசைச் செல்கள் பலவித இயக்கங்களை அல்லது அசைவுகளை உண்டாக்க வல்லவை. இச் செல்கள் நீண்டு சுருங்கி விரியும் தன்மை படைத்தவை. இந்த அசைவு பௌதிக வேதியியல் பாங்கானவை (Physico chemical reaction) மேலும் இவ்வசைவுகள் திரும்பி எதிர் முறையிலும் செயல்படக்கூடியவை (reversible reaction). தசைகள் மூன்று விதங்களாக இருக்கின்றன.

1. இயக்கு தசைகள் (Voluntary muscles) இத்தசைச் செல்கள் நீண்டு உருளை வடிவமானவை. உட்கரு, செல்லின் ஒரு பக்கமாக அமைந்திருக்கும். செல்லைச் சுற்றிலும் அதைக் காக்கும் சார்க்கோலம்மா (Sarcolemma) என்ற சவ்வு உள்ளது. தசைச் செல்லின் குறுக்கே வரிகள் போல ஆங்காங்கே தெரியும். இதனால் இத் தசைகளுக்கு வரியுடைத் தசைகள் (Striped muscles or striated muscles) எனப் பெயர். இச்செல்கள் கட்டுக் கட்டாக இருக்கின்றன. இக்கட்டுகளுக்கு ஃபாஸிகுலி (fasciculi) எனப் பெயர். பல கட்டுகள் சேர்ந்ததுதான் ஒரு தசை. இத்தசைகள் சாதாரண

மாக எலும்புகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால் இவற்றிற்கு எலும்புத் தசைகள் (Skeletal muscles) என்றும் சொல்லலாம். இச்சைக்கு ஏற்ப இத்தசைகள் செயல்படுகின்றன. ஆதலால், இயக்குதசைகள் எனப் பெயர் பெறுகின்றன. (உதாரணம்) கைத் தசை, கால் தசை ஆகியவை.

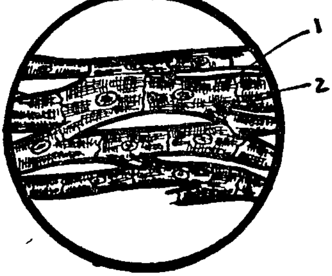


படம். 155
இயக்கு தசை
1 வரிகள். 2. தசை செல், 3. உட்கரு.



படம். 156.
இயங்கு தசை
1. செல், 2, உட்கரு.

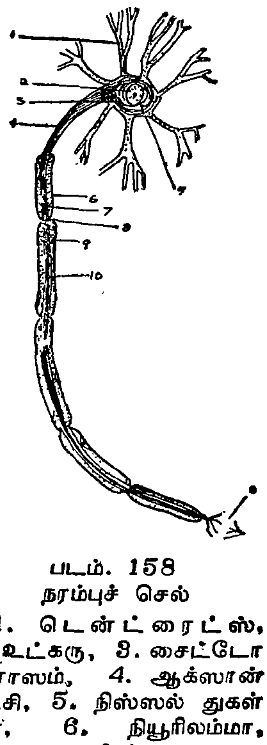
2. இயங்கு தசை (Involuntary muscles) : இத் தசைச் செல்கள் கூம்பு வடிவமாக இரு பக்கமும் கூராக, நடுவில் பருத்து காணப்படும். உட்கரு நடு மையத்தில் இருக்கும் இத் தசைச் செல்கள் குறுக்கே வரிகள் இருக்காது. தசைச் செல்லைச் சுற்றி ஸார்க்கோலெம்மா (Sarcolemma) சவ்வும் இருக்காது. இதற்கு வரியற்ற தசை (Unstriped or Non striated muscle) எனப் பெயர். இவை நமது இச்சைக்கு அடங்கி வேலை செய்யமாட்டா. அதனாலேயே இவற்றிற்கு இயங்கு தசை (தானே இயங்குபவை) (Involuntary muscles) எனப் பெயர். உடலறைத் தசைகள் அதாவது குடல் சுவரில் உள்ளவை, சிறுநீர்ப்பை சுவர் தசைகள் ஆனவைகளை உதாரணமாகச் சொல்லலாம்.



படம். 157
இருதயத் தசை
1. செல். 2. கிளை.

3. இருதயத் தசை (Cardiac muscle) : இருதயத்தின் சுவர் ஒரு தனிவகைத் தசையினால் ஆனது. இத் தசைச் செல்கள் கிளை களாகப் பிரிந்து வலை போல் பின்னப்பட்டிருக்கும். ஒவ்வொரு செல்லிலும் உட்கரு ஒரு பக்கமாக அமைந்திருக்கும். செல்களின் குறுக்கே வரிகள் காணப்படும். ஆக இச் செல்கள் வரியுடைத் தசைகள் போல் காணப்படும். ஆனால் சார்க்கோலெம்மா (Sarco- lemma) என்ற சவ்வு இருக்காது. மேலும் இத் தசை இயங்கு தசைகள் போல் செயல்படும். இது வரியுடைத் தசை, வரியுற்ற தசை என்ற இரண்டு வகைகளின் குணங் கள் கொண்டிருந்தாலும் கிளைத்துக் காணப்படுவதில் அவைகளினின்றும் மாறுபட்டுக் காண்கிறது.

நரம்புச் செல்கள் (Nerve cells) நரம்புச் செல்களுக்கு நியூரான் (Neuron) என்றும் பெயர். ஓர் உயிரியின் உடலில் செய்தித் தொடர்புக்காக மிகவும் மாறுபாடு களைக் கொண்டவை இவை. இச் செல்கள் உணர்ச்சிகளால் எளிதில் தூண்டப் பெற்று, உணர்ச்சிகளை கடத்திச் செல்ல ஏதுவாக மாறியிருக் கின்றன. மூளை, தண்டு வடம், எல்லாமே இவ்வகைச் செல்களினால் ஆனவை இவற்றின் சைட்டோ பிளாஸம், நடுவில் உட்கருவைக் கொண்டு, பல கோணங்களுடன் காணப்படும். சைட்டோபிளாஸத் தில் நிஸ்ஸல் துகள்கள் (Nissl's granules) என்ற துகள்கள் காணப் படுகின்றன. இவை ஆர். என். ஏ. (RNA) வால் ஆனவை.



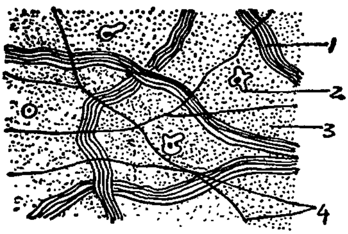
படம். 158
நரம்புச் செல்

1. டென்ட்ரைட்ஸ், 2. உட்கரு, 3. சைட்டோ பிளாஸம், 4. ஆக்ஸான் நீட்சி, 5. நிஸ்ஸல் துகள் கள், 6. நியூரிலம்மா, 7. மையலின் உறை, 8. ரான்வியர் கணு, 9. உட் கரு, 10. ஆக்ஸான். 11. இடை வெளி.

இச் செல்லின் முனைகள், மொட்டை மரங்கள் போல் நீண்டி ருக்கும் இவற்றிற்கு டென்ட்ரைட்ஸ் (dendrites) எனப் பெயர். உணர்ச்சிகள் இவை மூலமாகத்தான் செல்லினுள் வருகின்றன. செல்லின் ஒரு முனையிலிருந்து ஒரு நீண்ட இழை கிளம்புகிறது. இதற்கு ஆக்ஸான் (Axon) இழை எனப் பெயர். இதன் மூலமாகத் தான் உணர்ச்சிகள் நரம்புச் செல்லை விட்டு வெளியேறுகின்றன.

இந்த ஆக்ஸான் இழையைச் சுற்றிலும் இரண்டு உறைகள் உள்ளன. உள்ளுறைக்கு மயலின் உறை (Myelin sheath) அல்லது ஷ்வான் (Schwann) உறை எனப் பெயர். வெளியுறைக்கு நியூரிலெம்மா (Neurilemma) எனப் பெயர். இந்த வெளியுறையில் ஆங்காங்கே கணுக்கள் போல் சுருங்கியிருக்கும். இவற்றிற்கு ரான்வியர் கணுக்கள் (Ranvier nodes) எனப்பெயர். ஆக்ஸானின் முனை கிளைகளாகப் பிரிந்து மற்றொரு செல்லின் டெண்ட்ரைட்ஸ் உடன் தான் சேரும் இந்த இணைப்பில் சிறிது இடைவெளி இருக்கும். இந்த இடைவெளிக்கு ஸைனேப்ஸ் (Synapse) எனப்பெயர். இந்த இடைவெளியை உணர்ச்சியானது வேதியியல் முறையில் தாண்டுகிறது.

நரம்பு என்பது பல ஆக்ஸான்களின் கூட்டமைப்பாகும். நரம்புச் செல்கள். மூளையிலும், தண்டுவடத்திலும் நரம்புத்திறள் (Ganglia) களிலும்தான் காணப்படும்.

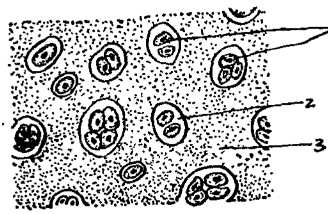


படம். 159
இணைப்புத்திசு
1. வெள்ளை நார்கள். 2. செல், 3. அடிப்படை, 4. மஞ்சள் நார்கள்.

இணைப்புத் திசு (Connective tissue) ஓர் உறுப்பிலுள்ள பல திசுக்களை இணைத்து ஒரே நிலையில் இருக்கச் செய்வது இணைப்புத் திசுவாகும். இத் திசுவில் சில பெரிய செல்கள் உள்ளன. இவை கூழ் போன்ற ஒரு பொருளைச் சுரக்கின்றன. இதற்கு வலியூட்ட பல கட்டுக் கட்டான நார்கள் அல்லது இழைகள் குறுக்கே இருக்கும். இவற்றில் கிளைகள் இல்லாமல் கட்டாக, வெள்ளை நார்களும், தனித் தனியாக கிளைத்த மஞ்சள் நார்களும் இருக்கின்றன. இந் நார்கள் தனிப்பட்ட சில பைப்ரோசைட்ஸ் (fibrocytes) என்ற செல்களால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந் நார்கள் கொல்லேஜன் (Collagen) என்ற பொருளால் ஆனவை.

குறுத்தெலும்பு (Cartilage) இரண்டு அல்லது அதற்கு மேம்பட்ட எலும்புகள் சேருமிடங்களில் எல்லாம் இக் குறுத்தெலும்பு இருக்கும். வெளிக்காது, மூக்கின் நுனி ஆகியவை குறுத்தெலும்பினுல் திடம் பெற்றவையாகும். குறுத்தெலும்பு வலுவுள்ளதும், ஆனுல் அதே சமயத்தில் வளையக் கூடியதுமான இயல்பைக் கொண்டது. இது எலும்புகள் இணையும் இடங்களில் நடுவில் பஞ்சு மெத்தை போல் அமைந்துள்ளது. இந்த குறுத்தெலும்புச் செல்கள்

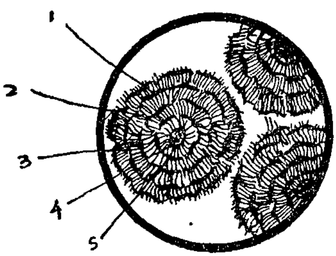
இரண்டு அல்லது மூன்ருக இணைந்தே இருக்கின்றன. இவை தங்களைச் சுற்றிலும் காண்டிரின்(Chondrin) என்ற அடித்தளத்தை சுரந்து கொள்கின்றன. இதனுல் செல்கள் சில இடைவெளிகளில் இருப்பதாகத் தோன்றும். இந்த இடைவெளிகளுக்கு லாக்யூனே (Lacunae) என்று பெயர்.



படம். 160
குறுத்தெலும்பு
1. குறுத்தெலும்பு செல்கள், 2. வெற்றிடம், 3. அடிப்படை.

மூன்று வகை குறுத்தெலும்புகள் உள்ளன. (1) தெளிவான (ஹையலின்) (Hyaline) குறுத்தெலும்பு. இதில் நார்களோ கால்ஷியம் உப்புகளோ இருக்காது. (2) நார் அல்லது இழையுடன் கூடிய குறுத்தெலும்பு (fibro cartilage) இதில் அடித்தளத்தில் பல நார்கள் அல்லது இழைகள் ஓடிக்கொண்டிருக்கும். (3) கால்ஸிபைட் (Calcified cartilage) குறுத்தெலும்பு. இதன் அடித்தளத்தில் கால்ஷிய உப்புகள் நிறைந்திருக்கும். இதனுல் திசு வலுவடைகிறது.

எலும்புத்திசு (Bone) எலும்பு ஒரு கடினமான பொருள். இதன் நடுவே சோறு போன்ற இடம் (சிவப்பு மேரோ (Red marrow) எனப் பெயர் கொண்டது) உள்ளது. இங்கு தான் புதிய சிவப்பு இரத்த வடிகங்கள் உண்டாகின்றன. கடினமான பகுதியில் சில குழல்கள் இருக்கின்றன. இவற்றிற்கு ஹாவர்ஸியன் குழல்கள் (Haversian canals) எனப் பெயர். இதன் ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு இரத்த தந்துகி (Capillary) உள்ளது. இந்த ஹாவர்ஸியன் குழலைச் சுற்றி சில சிறிய இடைவெளிகள் (லாக்யூனே) (lacunae) அமைந்துள்ளன. இவை ஒரு மைய வட்டங்களாக அமைக்கப் பட்டுள்ளன (Concentric circles).



படம். 161
எலும்புத்திசு
1. எலும்பு செல், 2. சிறு குழல்கள், 3. அடிப்படை, 4. ஹாவர்ஸியன் குழாய், 5. தந்துகி.

இவைகளின் உள்ளே எலும்புச் செல்கள் உள்ளன. இச் செல்கள் ஒவ்வொன்றும் பல சிறு குழல்கள் மூலம் இணைக்கப் பெற்றுள்ளன. மற்றும் இவை ஹாவர்ஸியன் குழலுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

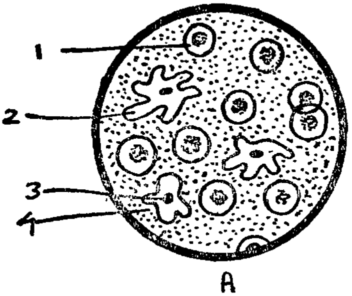
இப்படி இணைக்கும் சிறு குழாய்களுக்கு (Canaliculis) நுண் குழல்கள் எனச் சொல்லலாம். இவைகளின் இடையே உள்ள அடித்தளத்தில்தான் கால்ஷியம் உப்புகள் நிறைந்திருக்கின்றன. எலும்புகள் உடலுக்கு வலுவையும், உருவையும். ஆதாரத்தையும் கொடுத்து உதவுகின்றன.

இரத்தம் (Blood) : இரத்தம், திரவப் பொருளான ப்ளாஸ்மா (Plasma) என்ற அடித்தளமும் அதில் மிதக்கும் செல்களாகிய வடிகங்கள் அல்லது கார்பஸில்களும் (Corpuscles) சேர்ந்த ஒரு திசுவாகும். ப்ளாஸ்மா என்பது வெளிர் மஞ்சள் நிறமுள்ளது. இதில் 100க்கு 95 சதவிகிதம் நீர்தான் உள்ளது. இதில் ஜீரணிக்கப்பட்ட உணவு (குளுகோஸ் அமினோ அமிலங்கள்) வளர் சிதை மாற்ற கழிவுப் பொருள்கள் (Metabolic waste) (யூரியா, யூரிக் அமிலம்) வாயுக்கள் (O_2 + CO_2) ஹார்மோன்கள் (Hormones) (அதாவது நாளமில்லா சுரப்பிகளின் சுரப்புகள்) எதிர்ப் பொருள்கள் (Antibodies) அனங்கக உப்புகள் (Inorganic salts) கால்ஷியம் (Calcium) ஸோடியம் (Sodium) இரும்பு (Iron) மக்னீஷியம் (Magnesium) ஐயோடின் (Iodine) பொட்டாஸியம் (Potassium) போன்றவைகளின், க்ளோரைட் (Chloride) கார்புனேட் (Carbonate) ஸல்பேட் (Sulphates) ஆகிய உப்புகள், மற்றும் இரத்தப் புரதங்கள் (Blood protein) (ஸீரம் ஆல்புமென் (Serum albumen) ஸீரம் க்ளாபுலின் (Serum globulin) ப்ரோத்ராம்பின் (Prothrombin) பைப்ரினோஜன் (Fibrinogen) ஆகியவை உள்ளன். ப்ளாஸ்மா திரவப் பொருளாக இருப்பதால் உணவு, பிராணவாயு, வெப்பம் ஆகியவற்றை எடுத்துச் சென்று உடல் முழுவதும் வினியோகிக்க உதவியாக உள்ளது.

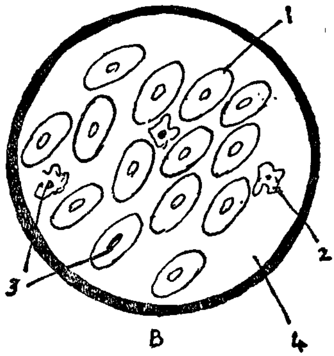
இரத்த வடிகங்கள் அல்லது கார்பஸில்கள் மூன்று வகைப்படும் அவையாவன (1) சிவப்பு வடிகங்கள் அல்லது எரித்ரோஸைட்ஸ் (Erythrocytes) (2) வெள்ளை வடிகங்கள் அல்லது நிறமற்ற வடிகங்கள் அல்லது லியூகோஸைட்ஸ் (Leucocytes) (3) தட்டுகள் அல்லது த்ராம்போஸைட்ஸ் (Platelets or Thrombocytes).

சிவப்பு வடிகங்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் உள்ளன. அவை எலும்பில் உள்ள சோற்றில் உண்டாக்கப்பட்டு சுமார் 3 அல்லது 4 மாதங்கள் வரை வாழ்கின்றன. பிறகு வயதான வடிகங்கள் கல்லீரலில் அழிக்கப்படுகின்றன. இந்த வடிகங்கள் இரு குழி லென்ஸ்கள் போல் பருத்த விளிம்பைக் கொண்டுள்ளன. இவற்றில் ஹீமோக்ளோபின் (Haemoglobin) என்ற ஒரு சிவப்பு நிறமி (Pigment) உள்ளது. இது பிராண வாயுவுடன் எளிதில் கூடி, ஒரு நிலையற்ற, ஆக்ஸி ஹீமோக்ளோபின் என்ற கூட்டுப் பொருளை

உண்டாக்குகிறது. இது திசுக்களுக்கு பிராணவாயுவை கொடுத்து விட்டு மறுபடி பழைய நிலையான ஹீமோக்ளோபினுக மாறிவிடும். இதனுல் இவ்வடிகங்கள் சுவாசித்தலில் பிராணவாயுவை இடம் விட்டு இடம் எடுத்துச் செல்ல உதவுகின்றன. இந்த வடிகங்கள் தாங்களாகவே இடம் விட்டு இடம் செல்ல முடியாது. ப்ளாஸ்மா வுடனே மிதந்துசெல்கின்றன. சாதாரணமாக இவை பல நாணயங் கள் அடுக்கி வைத்தால் போன்று சேர்ந்தே தெரிகின்றன [தவளை யின் சிவப்பு வடிகங்கள் நீள்வட்டமாகவும், உள்ளே உட்கரு உள்ள வையாகவும் இருக்கின்றன ஆனுல் பாலூட்டிகளின் சிவப்பு வடி கங்கள் வட்டமாகவும் உட்கரு தெரியாமலும் இருக்கின்றன.]



படம். 162 A
மனித் இரத்தம்
1. சிவப்பு வடிகங்கள்
2. வெள்ளை வடிகங்கள்
3. உட்கரு 4. ப்ளாஸ்மா



படம். 162 B
தவளையின் இரத்தம்
1. சிவப்பு வடிகங்கள்
2. வெள்ளை வடிகங்கள்
3. உட்கரு 4. ப்ளாஸ்மா

வெள்ளை அல்லது நிறமற்ற வடிகங்கள் பல வகையானவை. பொதுவாக அவை அமீபா போன்று ஒரு நிலையற்ற வடிவம் கொண் டவை. இவை எண்ணிக்கையில் மிகவும் குறைவு. பொய்க்கால்கள் (Pseudopodia) மூலம் இவை இடப்பெயர்ச்சி செய்கின்றன. இவை வெளியிலிருந்து உட்புகும் நோய்க் கிருமிகளை உட்கொண்டு உடலைக் காக்கின்றன. இதனுல் இவற்றிற்கு விழுங்கும் செல்கள் (Phagocytes) எனப் பெயர். இவை பேஸோபில் (Basophil) நியூட்ரோபில் (Neutrophil) இயோஸிஞேபில் (Eosinophils) மாஞேஸைட்ஸ் (Monocytes) என்று பல வகைப்படும்.

தட்டுகள் அல்லது த்ராம்போஸைட்டுகள் (Thrombocytes) வெகு சிறியனவாக இருப்பவை. இவை எங்காவது காயம் ஏற்

பட்டால் அங்கே இரத்தத்தை உறையச் செய்து இரத்த இழப்பை தவிர்க்கின்றன. இவை உண்டாக்கும் த்ராம்போகினேஸ் (Thrombokinase) என்ற நொதி பல தொடர் வினைகளை உண்டாக்கி இரத்தத்தை உறையச் செய்கிறது.

தட்டுகள் → த்ராம்போகினேஸ் நொதி

↓

கால்ஷியம் உப்புகள் + ப்ரோத்ராம்பின்

↓

ஃபைப்ரினோஜன் + த்ராம்பின்

↓

ஃபைப்ரின் நார்கள் + வடிகங்கள் = உறைதல்

இரத்தத்தின் வேலைகள் :

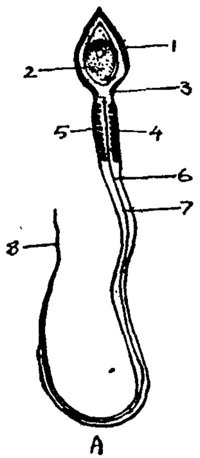
1. ஜீரணிக்கப்பட்ட உணவை வினியோகிக்கிறது.
2. சுவாச உறுப்புகளிலிருந்து பிராணவாயுவை எல்லா திசுக்களுக்கும் எடுத்துச் செல்கிறது.
3. திசுக்களிலிருந்து கரிமல வாயுவை, சுவாச உறுப்புக்களுக்குக் கொண்டு வருகிறது.
4. வளர்சிதை மாற்ற கழிவுப் பொருள்களை, கழிவு உறுப்புகளுக்கு எடுத்துச் செல்லுகிறது.
5. உடலில் உள்ள எல்லா சுரப்பிகளுக்கும் தேவையான மூலப் பொருள்களை அளிக்கிறது.
6. நாளமில்லா சுரப்பிகளின் ஹார்மோன்களை எடுத்துச் செல்கிறது.
7. உடலில் வெப்பத்தை ஒரே சீராக பரப்புகிறது.
8. காற்று மண்டல அழுத்தத்தை எதிர்த்து நிற்க திசுக்களுக்கு எதிர் அழுத்தத்தை அளிக்கிறது
9. எல்லா திசுக்களையும் ஈரமாகவும், பதனமாகவும் வைத்திருக்கிறது.
10. காயம் ஏற்படும்போது அதன் மூலம் இரத்தம் இழத்தலை, உறைதல் மூலம் தடுக்கிறது.

11. நோய் உண்டாக்கும் கிருமிகளை அழித்து உடலைக் காக்கிறது.

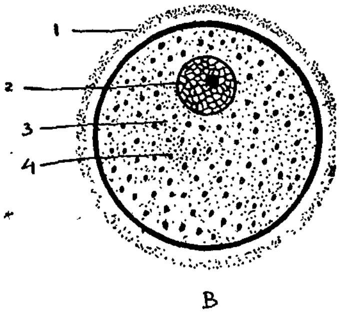
12. விஷங்கள் அல்லது தகா பொருள்கள் உடலில் சேரும் போது, அவைகளுக்கு எதிராக உள்ள எதிர்ப்பொருள்களை எடுத்துச் செல்கிறது

இனவிருத்திச் செல்கள் அல்லது இனச் செல்கள் (Sex cells or gametes) : ஒவ்வொரு உயிரிலும் இன விருத்திக்கான உறுப்புகள் உள்ளன. ஆண் இனவிருத்தி உறுப்புக்கு விந்தகம் (Testis) என்று பெயர். இது ஆண் இனச் செல்கள் அல்லது விந்துச் செல்களை (Sperms) உண்டு பண்ணுகிறது. பெண் இனவிருத்தி உறுப்பு அண்டம் என்று சொல்லப்படும். இது பெண் இனச் செல்களான அண்டச் செல்களை (Ova) உற்பத்தி செய்கிறது

இனச் செல்கள், ஒரு குன்றல் பிரிவின் மூலமே உண்டாகின்றன. இனச் செல் உற்பத்தி (Gametogenesis)யின் போது ஒரு செல் பிரிவு குன்றல் பிரிவாக அமைகிறது. இனச் செல்களில், மற்ற உடல் செல்களில் உள்ள குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையில் பாதிதான் இருக்கும். அதாவது ஒற்றையில் (Haploid) எண்ணிக்கை அமைந்திருக்கும். ஆண், பெண்



படம். 163
விந்துச் செல்
1. தலை, 2. உட்கரு, 3. கழுத்து, 4. நடுப் பகுதி, 5. மைட்டோ காண்ட்ரியா, 6, 7, 8 வால்.



படம். 163
அண்டச் செல்
1. கரு உணவுப் படலம், 2. உட் கரு, 3. சைட்டோப்ளாஸம், 4. கருவுணவு.

இனச் செல்கள் ஒன்று சேர்ந்து சிணையுறும்போது, மறுபடி. இரட்டை எண்ணிக்கை (diploid) ஏற்படுகிறது

ஆண் இனச் செல்கள் ஏற்படுவது விந்துச் செல் உற்பத்தி (Spermatogenesis) என்றும் அழைக்கப்படலாம். விந்துச் செல் மிகச் சிறியது. இதற்கு தலைப்பாகம், கழுத்துப்பாகம், நடுப்பாகம், வால்பகுதி என 4 பிரிவுகள் உண்டு.

தலையில் உட்கரு இருக்கும். இது அநேகமாக தலையின் முழு இடத்தையும் ஆக்ரமித்திருக்கும். முனையில் சிறிது சைட்டோ பிளாஸம் இருக்கிறது. இதற்கு அக்ரோஸோம் (Acrosome) எனப் பெயர். கழுத்தில் ஒரு சென்ட்ரியோல் (Centriole) உள்ளது. நடுப்பாகத்தில் சில மைட்டோகாண்டிரியாக்கள் இருக்கின்றன. இவை விந்துச்செல் நீந்திச் செல்ல சக்தியை அளிக்கின்றன. வால் நீண்டிருக்கும். இது விந்துச்செல் அண்டச்செல்லை நோக்கி நீந்திச் செல்ல உதவியாக உள்ளது.

பெண் இனச் செல்கள் ஏற்படுவது அண்டச் செல் உற்பத்தி (Oogenesis) யாகும். பெண் இனச் செல்லான அண்டம் மிகப் பெரியது. மேலும் இது உருண்டை வடிவமாக இருக்கும். இதன் உட்கரு சரியான மையத்தில் இருக்காது. உட்கரு இருக்கின்ற செல்லின் முனை விலங்கின் துருவம் (Animal pole) என்றும், அதற்கு எதிர் முனை தாவரத் துருவம் (Vegetal pole) எனவும் அழைக்கப் படுகிறது. அண்டச் செல்லின் சைட்டோ பிளாஸத்தில் நிறைய உணவுத் துகள்களான கரு உணவு (Yolk) இருக்கிறது. இதன் அளவு அண்டச் செல்லின் தன்மைக்கேற்ப குறைவாகவோ அதிக மாகவோ இருக்கலாம். அண்டச் செல்லைச் சுற்றிலும் கரு உணவுச் சவ்வு (Vitelline membrane) சூழ்ந்துள்ளது.

ஓர் அண்டச் செல்லை பல விந்துச் செல்கள் சூழ்ந்தாலும், ஒன்று தான் அண்டச்செல்லில் நுழைகிறது. விந்துச் செல்லின் தலை உள்ளே நுழைந்ததும், மற்ற பகுதிகள் விடுபட்டு வீழ்ந்து விடுகின்றன. உடனே அண்டச் செல் தன்னைச் சுற்றி கருவுறல் சவ்வு (fertilisation membrane) என்ற ஒன்றை உண்டாக்கிக் கொண்டு மற்ற விந்துச் செல்கள் புகா வண்ணம் காத்துக் கொள் கிறது.

கருவுறல் (Fertilisation) நடந்த பின் அண்டச் செல்லுக்கு கரு (Zygote) எனப் பெயர். இது வேகமாக திரும்பித் திரும்பி, பிளவு பட்டு பல செல்களாக மாறுகிறது. பிறகு இச் செல்கள் புது உயிரி யின் உடலாக தகவமைப்புகள் பெற்று மாறி அமைந்து ஒரு புதிய உயிரை உண்டாக்குகின்றன.

24 செல்லியலுக்கான சாதனங்களும் செய்முறைகளும்

தற்காலத்தில் செல்லைப்பற்றி அறிய பல சாதனங்களின் உதவி யும் நூதன செய்முறைகளும் தேவைப்படுகின்றன. ஏனென்றால், செல் ஒரு சிக்கலான நுண்ணிய அமைப்பைக் கொண்டது. அதன் உருவம், வேதியியல் இயல்பு, பௌதிகப் பண்புகள் மிகவும் வேறு பட்டுக் காண்கின்றன. சாதாரணமாக செல்லைக்காண பயன்படுத் தப்படும் கருவி நுண்ணோக்கியாகும். இதன் மூலம் நமது கண் களுக்கு நேரிடையாகத் தெரியாத பல நுண்ணிய விவரங்களைப் பார்க்க முடிகிறது. இப்பொழுது நுண்ணோக்கியில் பல வகைகள் உள்ளன.

1. லைட் நுண்ணோக்கி (Light microscope)
2. காம்பவுண்டு நுண்ணோக்கி (Compound microscope)
3. ஃபேஸ் காண்ட்ராஸ்ட் (Phase contrast) நுண்ணோக்கி
4. இன்டர்பிரன்ஸ் (Interference) நுண்ணோக்கி
5. போலரைஸிங் (Polarising) நுண்ணோக்கி
6. ஃப்ளுரஸண்ட் (Flourescent) நுண்ணோக்கி
7. டார்க்ஃபீல்டு (Dark field) நுண்ணோக்கி
8. அல்ட்ரா வயலட் (Ultra violet) நுண்ணோக்கி
9. மின்னணு (Electron) நுண்ணோக்கி

பைரெப்ன்ஜென்ஸ் (Birefringence)டைகோரிஸம் (dichorism) எக்ஸ்ரே டிப்ரேக்ஷன் (X-ray diffraction) போன்ற மற்ற பல செய் முறைகளும், செல்லின் நுண்ணிய அமைப்பை கவனிக்க உதவு கின்றன.

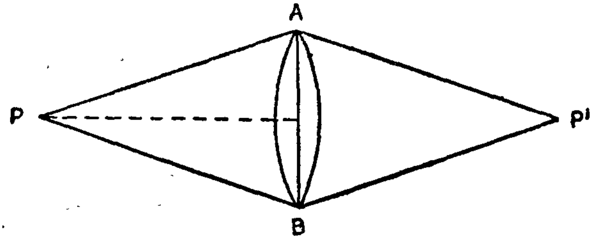
நுண்ணோக்கியின் அம்சங்கள்: இவை இரண்டு அம்சங்க ளாக உள்ளன.

(1) பார்க்க வேண்டிய பொருளை, பார்வை அல்லது ஒளி ஊடுருவல் கோளாறுகள் இல்லாமல் பெரிதாகக் காட்டுதல்.

(2) பார்க்க வேண்டிய பொருளுக்கும், அதன் பின்னணிக்கும் ஒளியின் அடர்த்தியினுலோ அல்லது வண்ணத்தினுலோ, வித் யாசம் இருக்க வேண்டும்.

நுண்ணோக்கியின் லென்ஸ் (lens) ஸின் வெளிபடுத்தும் சக்தி (Resolving power) யை அதிகப்படுத்தினால், பொருளின் பிம்பமும் பெரிதாக தெரியும். மிக நெருக்கமாக உள்ள பொருள்களை தனித்துக் காட்டும் தன்மையினைத்தான் வெளிப்படுத்தும் சக்தி எனச் சொல்கிறோம். உதாரணமாக வெகு அருகில் உள்ள இரண்டு விண் மீன்களை, ஒரே விண்மீனாக (Star) த்தான் சிலர் காண முடியும். மற்ற சிலர் நல்ல வெளிப்படுத்தும் சக்தி உள்ளவர்கள் இரண்டு விண் மீன்களாகவே காண்பர். ஒரு இருகுவி (Convex) லென்ஸ் மூலம் உண்டாகும் பிம்பத்தைப் பொறுத்து அதன் வெளிப்படுத்தும் சக்தியை கணக்கிடலாம்.

AB என்ற லென்ஸின் முன்னால் P என்ற ஒளி கிளம்பும் இடம் இருந்தால், சிறிதளவு ஒளியே லென்ஸின் நடுவே நேர்க்கோட்டில் ஊடுருவிச் செல்லும். லென்ஸின் மெலிந்த பாகத்தில் விழும் ஒளி வளைந்து P′ என்ற இடத்தில் சேரும்.



படம். 164

லென்ஸின் வெளிப்படுத்தும் சக்தியை $r = k\lambda/NA$ என்று குறிக்கலாம். k என்பது 0.61 என்ற ஒரு நிலையான எண்ணாகும். ஆகையால் $r = \frac{0.61 \times \lambda}{NA}$ இதில் NA என்பது நியூமெரிக்கல் அபெர்சர் (Numerical aperture) ஆகும்.

$\lambda \angle APR$ 2u ஆனால் NA என்பது n sin u ஆகும். r என்பது லென்ஸின் விலகல் எண் (refractive index) ஆகும். இப்படி சாதாரண ஒளியின் வெளிப்படுத்தும் சக்தி 0·25 μ (micron) (1 micron=·001 m.m) என கணக்கிடப்பட்டுள்ளது.

1. லைட் நுண்ணோக்கி (Light microscope)

இது மிக எளிதான அமைப்பைக் கொண்டது. இதில் அப்ஜெக்டிவ் (Objective) லென்ஸ் என்பது பார்க்கும் பொருளுக்கு வெகு அருகில் அதிக வெளிப்படுத்தும் சக்தியுடன் இருக்கும். ஆக்குலர் அல்லது ஐபீஸ் (Ocular or eye piece) என்னும் லென்ஸ்

பார்ப்பவர் கண்ணுக்கு அருகில் இருந்து அப்ஜெக்டிவ் லென்ஸினால் வெளிப்படுத்தப்பட்ட பிம்பத்தை பெரிதுபடுத்தும்.

அடுத்தது ஒளி. சாதாரணமாக சூரிய ஒளி, பார்க்கவேண்டிய பொருளில் ஊடுருவி வருமாறு கண்ணாடி அமைப்பு உள்ளது. இந்தக் கண்ணாடி ப்ளேனோ கான்கேவ் (Plano concave) வகையைச் சேர்ந்தது. அதாவது குழிந்தும் பின் பக்கம் சமமாகவும் உள்ளது. பொருள்களை வைப்பதற்கு ஒரு தட்டு (Stage) போன்ற அமைப்பும் உள்ளது.

செல்களையோ அல்லது நுண்ணுயிர்களையோ, அவற்றின் வெளித் தோற்றத்தை மட்டும்தான் இந்த நுண்ணோக்கியின் மூலம் காண முடியும்.

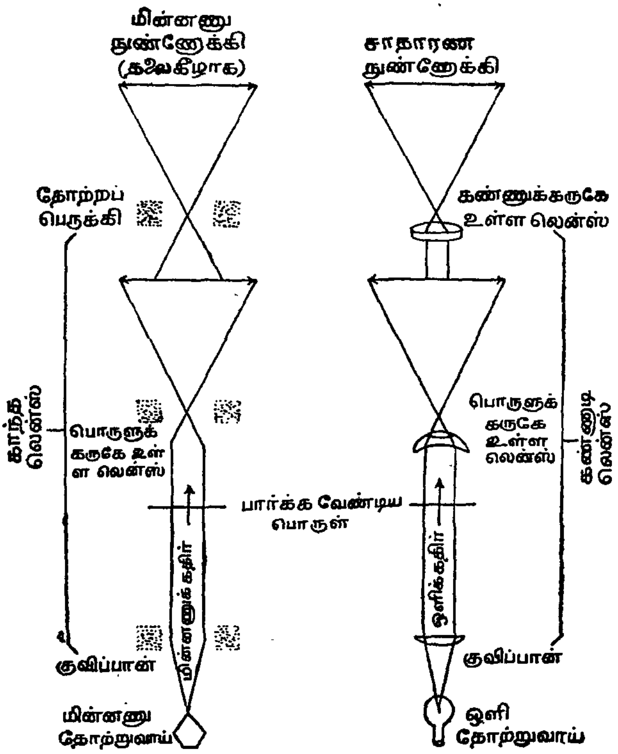
2. காம்பவுண்டு நுண்ணோக்கி (Compound microscope)

இதன் முக்கிய அம்சங்கள் இரண்டு (1) ஒளி மூலம் (2) அப்ஜெக்டிவ் லென்ஸினால் உண்டான பிம்பத்தை மறுபடி பெரிதாக்கிக் காட்டும் (Condensing) குவிதல் அமைப்பு.

இது ஒரு குழாய் வடிவமுள்ளது. இதன் ஒரு முனையில் (அடிப் பாகத்தில்) அப்ஜெக்டிவ் லென்ஸும், மேல் முனையில் ஆக்குலர் லென்ஸும் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இதில் பிம்பம் பெரிதாவதில் 2 கட்டங்கள் உள்ளன. முதலில் அப்ஜெக்டிவ் லென்ஸினால் பெரிதான தலைகீழ் பிம்பம் உண்டாகிறது. பிறகு ஆக்குலர் லென்ஸ் அமைப்பினால் இன்னும் பெரிதாக பிம்பம் தெரிகிறது. ஒரு நல்ல காம்பவுண்டு நுண்ணோக்கியின் வெளிப்படுத்தும் திறன், பொருளை 1500 மடங்கு பெரிதாகக் காட்ட வல்லது.

மூன்று வெவ்வேறு பெரிதாக்கும் சக்திகளைப்படைத்த மூன்று அப்ஜெக்டிவ் லென்ஸ்கள் கீழே சுழலும் அமைப்பில் உள்ளன. பிம்பம் தெளிவாகத் தெரிவதற்கு, லென்ஸ்கள் அமைந்தகுழாயை, மேலும் கீழும் நகர்த்திப் பார்த்து, பொருத்த, இரண்டு ஜோடி பிடிகள் (Knob) உள்ளன. பார்க்க வேண்டிய பொருளை ஒரு கண்ணாடித் தகட்டில் (Slide) வைத்து கவனிக்க ஒரு தட்டும் உள்ளது. கண்ணாடித்தகடு அசையாமல்இருக்க இரண்டு பிடிப்புகள்(Clips)தகட்டின் மேல் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. தட்டின் கீழே ஒரு ரசம் பூசப்பட்ட, கண்ணாடியின் மூலம், ஒளி திருப்பப்பட்டு பொருளின் வழியே வருகிறது. ஒளிதிருப்பும் கண்ணாடிக்கும் தட்டிற்கும் இடையே மற்றொரு லென்ஸ்அமைப்பும் கண் விழிப்படலம் போன்ற டயாப்ரமும்(Diaphragm) உள்ளன. இவற்றின் மூலம் பொருளின்மேல் விழும் ஒளியின் தீவிரத்தையும் அளவையும் கட்டுப்படுத்த முடிகிறது. இவை எல்லாமே கனத்த இரும்பினாலான அமைப்பில் பொருத்தப்பட்டு, எளிதில் சாய்ந்து விடாமல் உறுதியாக இருக்க உதவுகிறது.

இதன் ஒரு மாறுபாடு தான் இரு கண் நுண்ணோக்கி (Binocular microscope) ஆகும். இதில் நம் இரு கண்களாலும் பொருளைப் பார்க்க இரண்டு ஆக்குலர் லென்ஸ் அமைப்புகள் இருக்கின்றன.



படம். 165
நுண்ணோக்கியின் தத்துவம்

3. மின்னணு நுண்ணோக்கி (Electron microscope)

1940-ம் ஆண்டு அறிமுகப்படுத்தப்பட்ட மின்னணு நுண்ணோக்கி நாம், செல்லியலைப்புரிந்து கொள்ள மிகவும் பயன்பட்டது. இங்கு சாதாரண நுண்ணோக்கிக்கும், மின்னணு நுண்ணோக்கிக்கும் உள்ள வேறுபாடுகளை கவனித்தல் நல்லது. சாதாரண நுண்ணோக்கியில் பயன்படுத்தப்படும் ஒளிக்கற்றைக்குப் பதிலாக 1A° அளவுக்குக் குறைந்த அலை நீளம் கொண்ட மின்னணுக் கதிர் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒளி நுண்ணோக்கியில் ஒளிக் கதிர்களை குவியச்செய்யும் (லென்ஸ்) கண்ணாடி வில்லைகளுக்குப் பதில் மின்

காந்த குவிப்பான் (லென்ஸ்)கள் பயன்படுத்தப் பெறுகின்றன. கண்ணின் விழித்திரையில் படும் பிம்பத்திற்குப் பதிலாக மின்னணு நுண்ணோக்கியில், ஒரு புகைப்படத்தில் பிம்பம் விழுகிறது. கொள்கை அளவில் மின்னணு நுண்ணோக்கி 1A° அளவுக்குக் குறைவாகவே தெளிவு (Resolving power) கொடுக்கக் கூடியதாக இருந்தாலும், செய்முறை, பொறியியல் குறைகளினால் 6A° முதல் 8A° அளவு வரை தான் தெளிவு கொடுக்கிறது. 20A° முதல் 40A° வரை தெளிவு நன்றாக உள்ளது. இதில் உள்ள இடைஞ்சல் என்னவென்றால், பார்க்கும் பொருள் மிக நுண்ணியதாகவும் உலர்ந்ததாகவும் இருத்தல் வேண்டும். ஆகவே உயிரற்ற பொருளையே தான் நாம் காண முடியும்.

சமீபகாலத்தில் பல புதிய செல்லியல் செய்முறைகள் கையாளப்பட்டு செல்லியலை நாம் புரிந்து கொள்ள ஏதுவாக உள்ளன. இவையாவன :—(1) குறிப்பிட்ட பொருள்களைக் காண வசதியாக, பல வண்ணமூட்டு முறைகள், செல் வேதியியல், திசுவேதியியல், செய்முறைகள் (2) ஒன்று படுத்துதல், விரிமைய சுழற்சி, நுண் அறுவை முறை போன்றவற்றால் செல் பாகங்களை பிரித்தெடுத்தல் (3) ஆட்ரோரேடியோக்ராஃபி மற்றும் (4) திசு வளர்ச்சி முறைகள்.

உயிருள்ள செல்களுக்கும், இருத்தி வைத்த செல்களுக்கும் வண்ணமூட்டும் செய்முறைகள் :

செல்லை, அதிகமாக பாதிக்காமல், அதனுள்ளிருக்கும் நுண்ணுறுப்புகளுக்கு, சில நிறமிகள் வண்ணமூட்டுகின்றன. செல்லின் சைட்டோபிளாஸத்தை வண்ணமூட்ட நியூட்ரல் சிவப்பு (Neutral red) சிறந்தது. சில செல்களில் இது குமிழிகளில் (Vacuoles) தேங்கிவிடும். மைட்டோ காண்டிரியாக்களை வண்ணமூட்ட ஜேனஸ் பச்சை B (Janus green B) நல்லது. கோல்ஜி உறுப்புகளை மிதிலீன் நீலம் (Methylene blue) வண்ணமூட்டுகிறது. இந்நிறமிகள் வெகு நேரம் செல்லின்மீது இருந்த பின்தான் கொல்லுகிறது. ஆதலால் இவை முழுதும் ஆபத்தில்லாதவை என்று சொல்ல முடியாது. இந்த நிறமிகளில் உள்ள கன உலோகப் பொருள்களை நீக்கிவிட்டால், இவைகளின் நஞ்சு குறைந்துவிடும். இவற்றின் உபயோகம் மிகச் சிறிய அளவில்தான் பயன்படும். ஏனென்றால் செல்லின் பல நுண்ணுறுப்புகள் இவற்றால் வண்ணமூட்டப்படுவதில்லை. மேலும் ஒளிச் சிதறல் காரணமாக உறுப்புகளின் வெளிப்புறம் தெளிவாகத் தெரிவதில்லை. உயிருள்ள செல்லில் உள்ள மைட்டோ காண்டிரியா, கோல்ஜி உறுப்புகள்,

குமிழிகள் ஆகியவை உண்மையான உறுப்புகளே எனக்காட்ட இந்நிறமிகள் உதவுகின்றன.

செல் உறுப்புகளைப் பற்றி ஆரம்பகால சோதனைகள் இருத்தி வைத்த (fixed)வண்ணமூட்டப்பட்ட செல்களைக் கொண்டே நடை பெற்றன. இருத்தி வைக்கின்ற ரசாயனப் பொருள்களான ஃபார் மலின் (Formalin) ஆல்கஹால் (alcohol) அமிலங்கள் (acids) கன உலோக உப்புகள் (Salts of heavy metals) ஆகியவை செல்லில் உள்ள புரதங்களை கரையாத படிவங்களாக (insoluble precipitates) ஆக்கி விடுகின்றன. பிறகு நீரிழுக்கும் பொருளான ஆல்கஹால் மூலம் நீர் அகற்றப்பட்டு திசுக்கள் மெழுகில் பதிய வைக்கப்படு கின்றன. அதன் பின் மைக்ரோடோம் (Microtome) என்னும் கருவியினுல் சிறு தகடுகளாக வெட்டப்படுகின்றன. பிறகு இந்த வெட்டப்பட்ட துண்டுகள் கண்ணுடித் தகட்டில் பொருத்தப் பெறு கின்றன. அதன் பின் ஸைலால் (Xylol) மூலம் மெழுகு அகற்றப் படுகிறது. அதன் பின் ஸைலால் (Xylol), ஆல்கஹால் கலந்த திர வத்தால் கழுவப் பெறுகிறது. படிப்படியாக குறைந்த ஆல்கஹால் அடர்த்தியுள்ள திரவத்திஞல் கழுவும் போது செல் மறுபடி நீர் உட்கொள்கிறது. இப்பொழுது பல நிறமிகளால் செல் உறுப்புகள் வண்ணமூட்டப் பெறுகின்றன. ஹீமடாக்ஸிலின் (Haematoxylin) அனிலின் நிறமிகள் (Anilin dyes) ஸாப்ரனின் (Safranin) ப்யூக்ஷின் (Fuchsin) உட்கருவை வண்ணமூட்டுகின்றன. அமில நிறமிகளான, ஆரஞ்சு G. (Orange G.) இயோஸின் (Eosin) ஃபாஸ்ட் கிரீன் (Fast green) போன்றவை சைட்டோ பிளாஸத்தை வண்ணமூட்டுகின்றன. பிறகு செல் தயாரிப்பிலிருந்து ஆல்கஹால் மூலம் நீர் அகற்றப்படுகிறது. ஒளிச் சிதறலை தவிர்க்க, புரதங்களைப் போலவே விலகல் எண் (Refractive index) உள்ள ஒரு பொருளால் ஆல்கஹால் இடத்தை நிரப்ப வேண்டும். ஸைலால் (Xylol) என்ற பொருள் புரதங்களின் ஊடே சென்று பொருளைத் தெளிவாக்குகிறது. பிறகு செல் புரதங்களின் விலகல் எண்ணைப் போலவே உள்ள பால் ஸம் (Balsam) என்ற பொருளினுல் செல் தயாரிப்பு அமைக்கப்படு கிறது. இப்படிச் செய்வதால் செல் உள்ளிருக்கும் வண்ணமூட்டப் பெற்ற உறுப்புகளை தெளிவாக நுண்ணோக்கியின் மூலம் காண இயலுகிறது.

25 மரபியல்

ஒத்த இரட்டையர்கள் தவிர, வேறு இரு மனிதர்கள் ஒத்து காணப்படுவதில்லை. இக் கூற்று மனித வர்க்கத்திற்கே பொருந்துவதுடன் மற்ற உயிரினங்களின் பரம்பரைக்கும் உரிய தத்துவமாகும். அதே நேரத்தில் ஓர் இனத்தில் வேறுபடுத்திக் காணும் பண்புகள் பரம்பரையாக வருவதுமுண்டு. ஆகவே மரபியல் என்பது உயிரியலின் ஒரு கிளையாகும். மேலும் ஒத்த உயிரிகளின் வேறுபட்ட குணங்களையும் ஒத்த குணங்களையும் பரம்பரையாக வருவதை விளக்குவதாகும். வெகு காலங்களாக பரம்பரைக்கும், மாறுபாட்டிற்கும் அடிப்படையாக சில விதி முறைகள் இருப்பது தெரிந்திருந்த போதிலும், இருபதாம் நூற்றுண்டில் மட்டுமே போதிய அறிவியல் அடிக்கல் போடப்பட்டது என்று கூறலாம். இந் நூற்றுண்டில்தான் மரபியல் ஆய்விற்கு நிரம்ப புள்ளி விவரங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. பரம்பரை மூலமாகவும், சூழ்நிலை மூலமாகவும் உயிரிகள் தங்கள் பண்புகளைப் பெற்று வந்திருந்தாலும், சில மரபுக் கூறுகள் (Traits) மட்டும் மற்றவைகளைவிட விரைவில் பாதிக்கப்படுவதுண்டு.

மரபியல் கற்றல் முறைகள் (Methods of Genetic Study)

பரம்பரையையும், வேறுபாட்டையும் பற்றி அறிந்து கொள்ள பல்வேறு அறிவியல் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தப்பட்டுள்ளன. நேரடியாக அறிந்து கொள்ள, சோதனைச் சேய் பெருக்க முறை (Experimental Breeding) பெரிதும் பயன்படுவதுடன் மனித வர்க்கத்தைப் பற்றி தெரிந்து கொள்ள இரட்டையர்கள் ஆராய்ச்சியும், புள்ளி விபர விளக்கமும் பயன்படுகின்றன. குரோமோசோம்களின் பழக்கமும் உயிர் வேதியியல், உயிர் இயற்பியல் செய்முறைகளும், ஜீன் அமைப்பைப்பற்றி அறிய மரபியலுக்கு அடிப்படையாக அமைகின்றன. தாவரங்கள், விலங்குகள் பற்றி ஆய்வுக் கூடங்களில் கண்டறிந்த உண்மைகள் யாவும் மிகவும் பயன்படுகின்றன. இம் முறைப் படிப்பிற்கு டுரோசோஃபைலா மெலனோகாஸ்டர் (Drosophila melanogaster) என்ற பழப்பூச்சி மிகவும் பயன்பட்டது. ஏனெனில் ஓர் ஆண்டு ஆய்வில் சுமார் 20 முதல் 25 வழித்தோன்றிகளைப் பற்றியும் அவைகளில் காணும் பரம்பரைக் குணங்களைப் பற்றியும் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. எஸ்சரிச்சியா கோலை (Escherichia Coli) என்ற பாக்டீரியாவில் உயிர் வேதியல், உயிர் இயற்பியல் ஆய்வுகள் மேற் கொள்ளப்பட்டன. அவ்வாறே சில வைரஸ்களிலும் இம் முறை ஆய்வுகள் செய்யப்பட்டன. இந்த

ஆய்வுகளுக்கு எலக்ட்ரான் மைக்ராஸ் கோப்கள்(Electron Microscopes), மைக்ரோ ஸ்பெக்ட்ரோ போட்டோ மீட்டர்கள் (Microspectrophoto meters), ஆட்டோ ரேடியோகிராஃபி (Auto radiography) போன்ற நுண்கருவிகள் மிகவும் பயன்படுத்தப்பட்டன.

வரலாற்று பின்னணி (Historical Background)

அண்மைக் காலங்களில் மக்கள் விலங்கினங்களை புதிய முறையில் சேய்ப் பெருக்கம் (Breeding) செய்தனர். அதனால் இன விருத்தி செயல் முறையும், பால் நிர்ணயமும் தெளிவாயிற்று. பதினேழாம் நூற்றுண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மைக்ராஸ் கோப்தான் மேற்கூறிய இனவிருத்தி செயல் முறைக்கும், பால் நிர்ணயித்தலுக்கும் அடிப்படையாக அமைந்தது. தாவர ஆய்வுகளில் பால் நிர்ணயித்தலில் வெகுவான முன்னேற்றத்திற்கு காரணமாக இருந்தவர் ஜான் கிரிகர் மெண்டல் (John Gregor Mendel) ஆவார். (1822—1884) இவர்தான் பரம்பரை இயல்பற்றி விளக்கினுர். இதனுலேயே இவர் "மரபியலின் தந்தை" என்றழைக்கப்பட்டார். அவருடைய கண்டுபிடிப்புகள் பிற்காலத்தில் பல்வேறு மாற்றங்கள் அடைந்தாலும், தற்கால மரபியலுக்கு அடித்தளமாக விளங்குகின்றன.

மெண்டல் (1822—1884)

மெண்டல் ஆஸ்ட்ரியா நாட்டு பிரன்னில் உள்ள அகஸ்டீனியன் பாதிரிகளின் இல்லத்தில் வசித்து வந்தார். அதற்கு தலைவராகவும் ஆனுர். அவர் ஓய்வு நேரங்களில் தோட்டத்தில் உள்ள செடிகளில் சோதனைகள் பல செய்தார். எட்டு ஆண்டு ஆய்விற்கு பின் தாம் கண்டறிந்தவைகளை பிரன் நகர அறிவியல் குழுவில் விளம்பரம் செய்து, அடுத்த ஆண்டே வெளியிட்டார். ஆனுல் இவ்வெளியீடு அவர் இறந்து பதினுறு ஆண்டுகள் வரை எவரையும் ஈர்க்கவில்லை. 1900-ம் ஆண்டில் ஹாலந்து நாட்டு ஹீகோ டீவ்ரீஸ் (Hugo de Vries), ஜெர்மனி நாட்டு கார்ல் காரென்ஸ் (Karl Correns), ஆஸ்ட்ரியா நாட்டு எரிக்ட்ச்வான் சர்மாக் (Erick Von Tschermark) ஆகிய மூவரும் மெண்டலின் ஆய்வு வெளியீட்டிற்கு முக்கியத்துவம் கொடுத்து அறிவியல் உலகிற்கு வெளிப்படுத்தினர். "தாவரங்களில் கலப்புயிர்த்தல் சோதனைகள் (Hybridization) என்ற தலைப்பில் வெளியிட்டனர். அவ்வெளியீட்டில் பரம்பரையில் காணப்படும் மரபுக் கூறினைப் பற்றி (Trait) விதிகள் மூலம் விளக்கினர்.

அவருடைய வெற்றிக்கு அவர் கையாண்ட பொருள்களே காரணமாகும். தோட்ட பட்டாணியான பைசம் சட்டைவம்

(Pisum sativam) என்ற ஓர் ஆண்டு வாழும் செடியைப் பயன்படுத்தினார். இச் செடிக்கு குறிப்பிட்ட சில குணங்கள் உண்டு. உதாரணமாக தற்சேர்க்கை முறையிலேயே (Self Pollination) இக் கொடியை பரம்பரையாக வளர்க்க முடியும். மெண்டல் தன்னுடைய ஆராய்ச்சியில், குறிப்பிட்ட மரபுக் கூறுகளை மட்டுமே வழி வழியாக கவனித்து வந்தார். எல்லாவித குணங்களையும் பற்றி அவர் ஆராயாததே அவருக்கு வெற்றிகளைத் தேடித் தந்தது.

மேலும் கணக்கியல், புள்ளியியல் போன்றவைகளில் அவருக்கு இருந்த அறிவுத்திறன் சரியான முடிவுகளைப் பெற பெரிதும் உதவின. இதற்காக குறிப்பிட்ட ஏழு சோடிக் குணங்களை மட்டும் அவர் எடுத்துக் கொண்டார். அவைகளாவன.

1. விதையின் அமைப்பு (Seed form)
2. தோலுடன் விதையின் நிறம் (Colour of seeds with coat)
3. தோலற்ற விதையின் நிறம் (Colour of seeds with out coat)
4. முதிர்ந்த காயின் அமைப்பு (Form of ripe pods)
5. முதிராத காயின் நிறம் Colour of unripe pods)
6. பூக்களின் இருப்பிடம் (Position of flowers)
7. தண்டின் நீளம் (Length of stem)

மரபியலில் மேற்கொண்டு பல அபிவிருத்திகளுக்குக் காரணமாக இருந்தவர் தாமஸ் ஹண்ட் மார்கன் (Thomas Hunt Morgan) (1866—1945) ஆவார். இவர் தன்னுடைய ஆய்விற்காக 1924-ம் ஆண்டில் "டார்வின் பதக்கமும்", 1933-ம் ஆண்டில் நோபல் பரிசும் பெற்றார். மேலும், சட்டன் (Sutton—1876—1916), பேட்டிசன் (Bateson), பன்னட் (Punnet) போன்றவர்களும் ஹெச். ஜே. முல்லர் (H. J. Muller), (தன்னுடைய ஆய்வில் X கதிர்களை பயன்படுத்தி நிலையான திடீர் மாற்றங்களை (Mutation) கண்டறிந்ததற்காக நோபல் பரிசு பெற்றவர்). 1958-ம் ஆண்டு பீடிலும், டாட்டமும் (Beadle and Tautum) (ஜீன்களின் குறிப்பிட்ட சில உயிர் வேதியியல் கட்டுப்பாட்டிற்காக நோபல் பரிசு பெற்றவர்). பாலிங் (L. Pauling) போன்ற விஞ்ஞானிகளையும் இங்கு குறிப்பிடுவது மிகச் சிறப்பாகும்.

மெண்டலின் விதிகள் (Laws of Mendel)

கிரிகர் ஜான் மெண்டல் (Gregor John Mendel 1822—1884) என்பவர் ஆஸ்ட்ரியா நாட்டின் பிரன் என்ற நகரில் (பிரனே செக்கோஸ்லோவேகியா) பிறந்தார். மரபியலுக்கு வித்திட்ட காரணத்தால் இவரை "மரபியலின் தந்தை" (Father of genetics)

என்று கூறுவதுண்டு. பாதிரியாராக மாறிய பின் தாம் தங்கி இருந்த துறவி மடத்தில் அவர் தோட்ட அவரையில் புதுப்புது வண்ணங்கள் கொண்ட பூக்களை ஆய்வு மூலம் உற்பத்தி செய்தார். அவ்வாறு செய்யும் போது செயற்கை முறை மகரந்த சேர்க்கையில் அவருக்கு மிகுந்த அனுபவம் ஏற்பட்டது. சில வியக்கத்தக்கதும், காரணம் கண்டு கொள்ள முடியாததுமான விளைவுகள் அவருக்கு அதிக ஊக்கமளித்தன. அவ்வாய்வு சோதனைகளின் போது சில இனப் பெருக்கங்களில் காணும் வழித் தோன்றிகளில் குறிப்பிட்ட சில தனிக்கூறுகள் (Traits) மட்டும் திரும்பத் திரும்ப தோன்றியது, அவரை வியப்பில் ஆழ்த்தியது. ஆனால் சில கலப்புயிரிகளை அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை செய்யும் போது பரம்பரையில் புதிய குணங்கள் வெளிப்பட்டன. அக்கால அறிவியல் வல்லுநர்கள் இம்மாதிரிக் குணங்களை முன்பே கண்டறிந்த போதிலும். மெண்டல் மட்டும் தாம் கற்ற கணக்கியல், புள்ளியியல் ஆகிய இவைகளுடன் தொடர்புபடுத்தி விளக்கினார். அதனாலேயே அவருக்கு வெற்றி கிடைத்தது என்று கூறலாம்.

மெண்டலின் ஆய்வுகள்

மெண்டல் தன்னுடைய சோதனைகளை வெகு கவனமாகவும், முன் யோசனையுடனும் செய்தார். பல்வேறு தாவரங்களைப் பயிரிட்ட போதிலும், பல்வேறு குணங்களுள்ளதும், உள்ளவாறே இனப் பெருக்கம் செய்பவைகளும், அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ முடியாதவைகளையும் மட்டுமே எடுத்துக் கொண்டார். அதன் படி தன்னுடைய ஆய்விற்கு தோட்ட அவரைதான் சிறந்தது என்று முடிவு செய்து அச் செடியில் என்ன என்ன குணங்கள் உள்ளன என்று ஆய்ந்து முடிவெடுத்தார். அவ்வாய்வின்படி அச் செடியில் முப்பத்தி நான்கு வேறுபட்ட பண்புகள் காணப்பட்டன. அவ் வேறுபாடுகளை கொண்டு வழித் தோன்றிகளில் கணக்கிடும் போது ஒரு வகையைத் தவிர மற்றவைகள் யாவும் பெற்றோர்களின் பண்புகளைப் பெற்றுள்ள இளங்கன்றுகளையே தோற்றுவித்தன. மறு ஆண்டும் அச்சோதனைகளைச் செய்தபோதும் அம் மாதிரியான முடிவுகளே கிடைத்தன.

மூலப் பொருள்களின் பண்புகள் பற்றி முழுதும் அறிந்து கொண்ட பின், ஏழு வெவ்வேறு சோடி பண்புகள் வெளிக்காட்டும் இருபத்தி இரண்டு செடிகளை சோதனைக்காக எடுத்துக் கொண்டு அவைகளின் விதைகளை சேகரித்துக் கொண்டார். அவ்வாறு சோதனைப் படிப்பிற்காக எடுத்துக் கொண்ட சோடிப் பண்புத் தனிக் கூறுகளாவன (Trait) :

1.	முதிர்ந்த விதைகளின் அமைப்பு (Forms of Ripe seeds)	—	உருண்டை (Round) சுருங்கியது (Wrinkled) (சுரிப்பு)
2.	விதைகளின் நிறம் (Colour of the seeds)	—	மஞ்சள் (Yellow) பச்சை (Green)
3.	விதைகளின் உறை (Colour of the seed coat)	—	வெள்ளை (White) சாம்பல் நிறம் (Grey)
4.	பழுத்த காய்களின் அமைப்பு (Form of ripe pods)	—	பட்டாணிகளுக்கிடையில் உப்பியது (Inflated) மெல்லியது (Constricted)
5.	பழுக்காத காயின் நிறம் (Colour of unripe pods)	—	பச்சை (Green) மஞ்சள் (Yellow)
6.	பூக்களின் இருப்பிடம் (Position of flowers)	—	நுனியிலோ (Terminal) அல்லது பக்கத்திலோ (Axial)
7.	தண்டின் நீளம் (Length of the Stem)	—	உயரம் 6 – 7 அடி அல்லது குட்டை $\frac{3}{4}$ — 1

சோதனைகளின் முதல்நிலை

ஒவ்வொரு விதமான விதைகளை அவர் சேகரித்து மழைக் காலங்களில் தனித்தனி பாத்திகளில் விதைத்தார் அவைகள் முளைத்து பூக்கும் காலம் வந்ததும் சுருங்கிய (சுரிப்பு) விதைகளுடைய செடிகளின் மகரந்தத்தாள்களை கிள்ளி எடுத்து விட்டார். அவ்வாறு செய்ததினால் தன் மகரந்தச் சேர்க்கைத் தடைபட்டது. மகரந்தத்தாள்களை கிள்ளி எடுத்த பிறகு உருண்டையான விதைகளுடைய செடிகளின் பாத்திகளிலிருந்து முதிர்ந்த மகரந்தங்களை எடுத்து சுருங்கிய (சுரிப்பு) விதைகளுள்ள செடிகளின் மேல் தட்டினார். இதனால் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை ஏற்பட வாய்ப்பு உண்டாகியது. தேனீக்கள் பிற மகரந்தங்களைக் கொணர்ந்து சேர்க்க முடியாதபடி அப்பூக்களை பையினால் மூடி, வைத்தார். தாம் செய்த சோதனையை உறுதிபடுத்திக் கொள்ள மாற்று முறையில் கருத்தரிக்கவும் செய்தார். அதாவது சுருங்கிய (சுரிப்பு) வடிவ விதைகளின் மகரந்தங்களை உருண்டை வடிவ விதைகளின் செடிகளின் சூலகத்தின் மேல் தட்டினார். இதனால் ஒவ்வொரு செடியின் பெற்றோர் எது என்று உறுதிபடுத்திக்கொள்ள அவரால் முடிந்தது. இவ்வாறே மற்ற பண்புகளையும் அடிப்படையாகக் கொண்டு பல்வேறு வழித்தோன்றிகளை உற்பத்தி செய்தார். எழுபது செடிகளில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை செய்ததின் மூலம் இருநூற்று எண்பத்தேழுவித செடிகள் அவருக்குக் கிடைத்தன.

கண்டறிதல் : பச்சை அல்லது மஞ்சள் நிற, பழுக்காத காய் களை சோதனைக்கு எடுத்துக் கொண்டபோது எவ்விதமான பெற் றோர்களாக இருந்தாலும், பச்சை நிற வகையாக இருந்தாலும் அவைகளிலிருந்து வந்தவைகள் யாவும் மஞ்சள் நிறமாகவே இருந்தன. இதனால் மஞ்சள் நிறமும், பச்சை நிறமும் கொண்ட பெற்றோர்களிடமிருந்தும் மஞ்சள் நிறம் கொண்ட இளங்கன்றுகளே தோன்றின. மேற்கொண்டு மற்ற பண்புகளைப் பற்றி ஆராய்ந்ததில் மேற்கூறிய வேறுபாடுகளை உறுதி செய்யும் வகையில் அடுத்த சந் ததிகள் தெளிவுபடுத்தின. முன் கூறியது போல் அவர் ஏழு பண்பு களை மட்டும் எடுத்துக் கொண்டார். ஒவ்வொரு சோடி வேறு பட்ட பண்புகளிலும் ஒரு சோடி மட்டும் அடுத்த பரம்பரையில் தெளிவாகத் தோன்றின 1 ஆம் தலைமுறையில் (முதல்) (F_1) அவ் வாறு தெளிவாகத் தோன்றும் பண்புகளை ஓங்கியவை (Dominant) என்றும் மறைந்து காண்பவைகளை ஒடுங்கியவை (Recessive) என்றும் கூறுவர்.

சோதனைகளின் இரண்டாம் நிலை

முதல் சந்ததிகளின் விதைகள் அல்லது கலப்புயிரிகளை (Hybrid) சேகரித்து மற்றொரு கலப்புயிரியுடன் அவர் சேர்த்தார். அப்போது மொக்குகளைப் பறிக்காமல் இயற்கையாக தன் மகரந்த சேர்க்கை நிகழ விட்டு விட்டார். இம் முறையினால் ஒத்த இரு கலப்புயிரிகள் கிடைத்தன. முதல் தலை முறையில் (F_1) மறைந்து காணப்பட்ட சில பண்புகள் இரண்டாம் தலைமுறையில் தெரிய வந்தன. இதனால் முந்தைய தனிக் கூறுகள் இழக்கப்படாமல் மறு சந்ததியில் திரும்பவும் தோன்றியுள்ளன என்று உறுதிபடுத்தினார். அவ்வாறு தோன்றும் போது அவைகளைக் கணக்கெடுத்தார். எல்லா வகைகளிலும் 3 : 1 என்ற விகிதத்தில் அவைகளின் தனிக் கூறுகள் தென்பட்டன. 258 நிறமுடைய விதைகளின் செடிகளி லிருந்து 8023 பட்டாணிகள் கிடைத்தன. அவைகளில் 6022 மஞ்சள் நிறமாகவும், 2001 பச்சை நிறமாகவும் இருந்தன. 253 கலப்பினங்களிலிருந்து 7324 பட்டாணிகளும், இவைகளில் 5474 உருண்டையாகவும், 1750 சுரிப்புகளாகவும் காணப்பட்டன. இவைகளின் சராசரியைக் கணக்கிட்டால் 3க்கு 1 வீதம் காணப் படும்.

சோதனைகளின் மூன்றும் நிலை

மேற்கூறிய சோதனைகளை ஆறு அல்லது ஏழு சந்ததிகள் வரை தொடர்ந்து பயிர் செய்தார். அவ்வாறு செய்யும் போது, பின் தோன்றியவைகள் யாவும் உண்மையிலேயே 1 : 2 : 1 என்ற வீதத்தில் இருப்பதைக் கண்டறிந்தார்.

முதல் கலப்பின உயிரிகளிலிருந்து கிடைத்த பட்டாணிகளைத் தனி பாத்திகளில் மெண்டல் பயிரிட்டார். இவைகளிலிருந்தும் சுரிப்புப்பரம்பரைகளே கிடைத்தன. இப்பரம்பரைகளை சுய மகரந்தச் சேர்க்கை மூலமே பயிரிட்டதில் ஒடுங்கிய வகைகளே உண்டாயின. இவ்வுருண்டையான பட்டாணிகளிலிருந்து உருண்டை வடிவமும் சுரிப்பு வடிவமும் கொண்ட பட்டாணிகள் கிடைத்தன. இவைகளில் நான்கில் ஒரு பங்கு உருண்டையான வைகளையே தோற்றுவித்தன. நான்கில் இரு பங்கு பார்வைக்கு உருண்டையாக இருந்தாலும், அவை உண்மையில் கலப்பு வகைகளே, இக்கலப்பு வகைகள் உருண்டையானதும், சுரிப்பானதுமான வகைகளை 3 : 1 என்ற விகிதத்தில் உண்டுபண்ணின. இதில் கிடைத்த சுரிப்பு விதைகளிலிருந்து தற்கலப்பு மகரந்தச் சேர்க்கை மூலம் சுரிப்பு விதைகளே கிடைத்தன. மற்ற வகைகள் இதன் சந்ததியில் தோன்றவில்லை.

ஆகவே புறத்தோற்றங்கள் என்பவை ஒன்றுமில்லை என்றே கூறலாம். இளங்கன்றுகளில் மேலான வேறுபாடுகள் முக்கியமான வைகளென்றாலும் உள்ளே வேறு சில வேறுபாட்டுக் கூறுகளும் காணப்படுகின்றன என்று தெரிகிறது.

விளக்கவுரை

தனக்கே உரிய தெளிவு, நேர்மை காரணங்களால் அவர் சோதனைகளில் கண்ட மேலானத் தன்மைகளை "ஓங்கியவைகள்" (Dominants) என்றும் அவைகளை 'A' என்ற பெரிய எழுத்தாலும், ஒடுங்கிய தன்மைகளை "ஒடுங்கியவைகள்" (Recessive) என்றும் அவைகளை 'a' என்ற சிறிய எழுத்தாலும் குறிப்பிட்டார் இரு நிரந்தர ஓங்கிய தன்மைகள் ஒன்று சேரும்போது இரு Aக்களும் அதாவது AAக்களும் கலப்புயிரியாக Aa அல்லது aAக்களும், ஒடுங்கியவைகளாக aaக்களும் உண்டாகின்றன. இவைகளைப் புரிந்து கொண்டபின் அந்த முடிவுகளைக் கொண்டு தெளிவான படம் வரைந்தார். முட்டையிலும், மகரந்தத்திலும் உள்ளே உள்ள காரணிகளை (Factors) அந்நாட்களில் இதற்கு மேல் அவரால் அறிந்து கொள்ள முடியவில்லை. இருப்பினும் இவைகளுக்குரிய உயிரியல் அடிப்படை காரணிகளை அவர் உணராமல் இல்லை. அந்த காரணிகளே தற்காலத்தில் ஜீன்கள் (Genes)என்று வழங்கப் படுகிறது, தோற்ற விழிக்குக் (Phenotype) காரணமான இரு ஜீன்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று சேர்ந்து பங்கு கொள்வதற்கு அல்லீல்கள் (Allels or Allelomorphs) என்று பெயர். மரபு வழி அமைப்பிற்கு ஜீனோடைப் (Genotype) என்றும், தோற்றவழி அமைப்பிற்கு ஃபீனோடைப் (Phenotype) என்றும் பெயர்.

மேற்கூறிய சோதனைகளிலிருந்து மெண்டல் மூன்று மரபுவழி விதிகளை நிர்ணயித்தார். அவைகளாவன :

(1) எல்லா உயிர் வாழ்விகளிலும், தனித்தன்மை வாய்ந்த பாரம்பரிய யூனிட்டுகள் பல உள்ளன. இவ்விதிக்கு யூனிட் பண்புகள் (Law of unit characters) என்று பெயர்.

(2) ஒவ்வொரு பெற்றோரும், ஒவ்வொரு ஒத்த காரணியைத் தருவதால் அவைகள் மரபுக்கொழுந்துகளில் ஒன்று சேர்ந்து நிரந்தர பண்பை உண்டாக்குகின்றன.

ஒரு பெற்றோர் A என்ற ஒரு காரணியையும் மற்றொருவர் a என்ற காரணியையும் தருவதால் ஒரு கலப்புயிரி உண்டாகிறது. இக்கலப்புயிரிலிருந்து இனவிருத்தி செல்கள் உற்பத்தியாகும் போது, இரு வேறுபட்ட தனிக்கூறுகள் பிரிந்து செல்கின்றன. அவ்வாறு பிரிந்தபின் புதிய முறையில் ஒன்று சேர வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு பிரிவதைத்தான் பிரிதல் விதி (Law of Segregation) என்று கூறினர்.

(3) தனி உயிரில் காரணிகள் வெகு காலமாக இணைந்திருந்தாலும் எவ்வித பாதிப்பும் இன்றி தனித் தன்மையாகவே பரம்பரையில் தோன்றுகின்றன. இதற்கு இனச் செல்களின் தனித்துவம் (Purity of Gametes) அல்லது தனித்து ஒதுங்குதல் விதி (Law of Independent Assortment) என்று பெயர்.

பொதுவாக பிரிதல் விதியை மெண்டலின் முதல் விதி என்று கூறுவதுண்டு. அதற்குரிய ஒரு சோடி மாறுபட்ட பண்புகளின் இணைவை ஒற்றைக்கலப்பு (Monohybrid cross) என்றும், அம்முறையில் ஏற்படும் சந்ததிகளை ஒற்றைக் கலப்பு பரம்பரைகள் (Monohybrid inheritance) என்றும் கூறுவர். முடிவில் கிடைக்கும் வீதத்திற்கு 3 : 1 என்றும், அவ்வீதத்திற்கு ஒற்றைக்கலப்பு வீதம் (Monohybrid Ratio) என்றும் பெயர்.

ஒற்றைக்கலப்பு சந்ததி முறை (Monohybrid Inheritance)

பட்டாணிச் செடியின் உருண்டை, சுரிப்பு என்ற இரு மாறுபட்ட ஒரு சோடிப் பண்புகளைபற்றி ஆய்வு செய்ததில் கீழ்கண்டவாறு விளக்கம் தரப்படுகிறது.

பெற்ருேர் (P) — உருண்டை × சுரிப்பு (R) × (r) ↓ எல்லாம் உருண்டை (கலப்புயிரி) (Rr) — சோதனையின் முதல் படி முறை

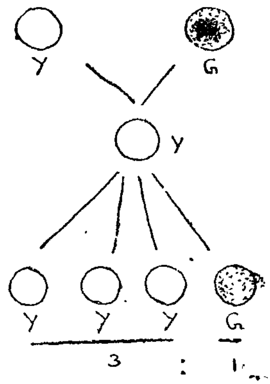
1 ஆம் தலைமுறை (F_1)

F_1 — உருண்டை (கலப்புயிரி) × உருண்டை (கலப்புயிரி) — இரண்டாம் படிமுறை

2 ஆம் தலைமுறை— F_2 — உருண்டை, உருண்டை, உருண்டை, சுரிப்பு — மூன்ரும் படிமுறை

3 ஆம் தலைமுறை F_3 — உருண்டை; உருண்டை : சுரிப்பு 3 : 1; உருண்டை : சுரிப்பு 3 : 1; சுரிப்பு

மேற்கூறிய மெண்டலின் விதிகளைக்கொண்டு பரம்பரைத் தத்துவத்தை விளக்க ஒவ்வொரு இனச் செல்லிலும் ஒரு காரணி (ஜீன்) இருப்பதாகக் கொள்வோம். (R அல்லது r) அந்த காரணி அந்தப் பரம்பரையின் இளங்கன்றுகளின் பண்பு களை நிர்ணயிக்கிறது. கருதரிக்கும் போது கரு முட்டையில் (Zygote) இக் காரணிகள் ஒன்ருகச் சேர்கின்றன. அதாவது RR அல்லது rr என்ருகிறது. அக் காரணிகள் அல்லது ஜீன்கள் ஒத்து காணப்பட்டால் ஹோமோ சைகஸ் (Homozygous RR. rr) அல்லது ஒத்த கருமுட்டை என்றும் அவைகள் வேறுபட்டு காணப்பட்டால் ஹெட்டி ரோசைகஸ் (Heterozygous-Rr—rR) அல்லதுஒவ்வாத கருமுட்டை என்றும் பெயர். வேறுபட்ட ஒரு சோடி பண்பு களை அல்லீல்கள் (Alleles or Allelo-morphs) என்று குறிப்பிடுவர். ஆணில் RR என்று கொண்ட ஜீன் இணைவு களை, பெண்ணில் rr என்று கொண்ட ஜீன் இணைவுகளுடன் (அல்லது மாற்ருகவோ) கலப்பு செய்தால் Rr என்ற கருமுட்டை உண்டாகும். ஒரு பண்பு மேலாகிய நிலையில் இருப்பதால் ஓங்கியதாக ஒன்றும், மற்ருென்று ஒடுங்கிய நிலையில் இருப்ப தால் ஒடுங்கியதாக ஒன்றும் காணப்படும். இரண்டுமே உருண்டை யான விதை உறைகளே பெற்றுள்ளன. Rr என்ற கலப்புயிரை



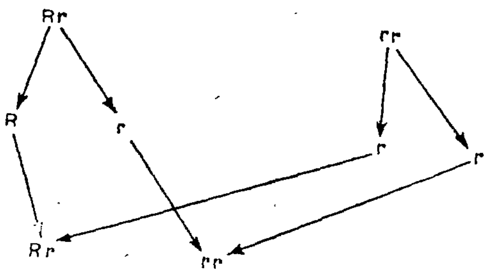
படம். 166
ஒரு குண பரம்பரை தத்துவம்
Y மஞ்சள், G பச்சை

பயிரிட்டு தன் மகரந்தச் சேர்க்கை மூலம் வளரச் செய்தால் அவைகளிலிருந்து Rr என்ற ஒவ்வொரு வகை இனச் செல்கள் உண்டாகின்றன. இவைகள் நான்கு வகைகளில் இணையக் கூடும். அதாவது RR, Rr, rR, rr என்ருகும். பார்வைக்கு முதல் மூன்றும் ஒத்தே காணப்படும். ஏனெனில் அவைகளில் ஓங்கும் ஜீன் (காரணியான) R இருக்கின்றன. அதனுல் உருண்டையான விதை உறைகள் அவைகளில் காணப்படும். இவ்வாறு 3 : 1 என்ற விகிதம் கிடைக்கிறது. இந்த விகிதத்திற்கு, தோற்ற வழி விகிதம் (Phenotypic ratio) என்று பெயர். இவ்விதத்தை மரபுவழி வீதமாக (Genotypic ratio) மாற்றி 1 : 2 : 1 என்று கூறுவோம். இவைகளில் RR, rr தூய்மையானவைகளாகவும் (Pure forms) Rr, rR, கலப்புயிரிகளாகவும் (Hybrid forms) ஆகின்றன. இக்கல்ப்புயிரிகள் திரும்பவும் 1 : 2 : 1 என்ற விகிதத்தில் தற்கலப்பு முறையில் பிரிகின்றன. மெண்டல் கூறிய விதியை சரிபார்க்க சோதனைக் கலவி அல்லது பிற்கலவி (Test-cross or Backcross) செய்து பார்க்கலாம். அச்சோதனையில் ஜீனின் தனித்தன்மையும், கலப்புயிரான்து தூய்மையானதா என்றும் கண்டு கொள்ளலாம். 1 ஆம் தலைமுறையைத் தாவரத்தின் ஒடுங்கியஅல்லீல் பெற்றேர்வகையுடன் கலவி செய்தால் அதிலிருந்து உண்டாகும் மரபுக் கொழுந்துகளின் அல்லது இளங்கன்றுகளின் (Offspring) விகிதம் 1 : 1 என்று இருக்கும். அதாவது Rr, என்ற கலப்புயிரி பெற்றேருடன் rr என்ற ஒடுங்கிய தூய பெற்றேர் வகையைக் கலவி செய்தால் கீழ்க்கண்டவாறு இணையும் என்று விளக்கிஞர்.

பெற்றேர் (P)

இனச்செல்கள் (G)

1 ஆம் தலைமுறை (F_1)



சோதனைக்கலவி விகிதம் 1 : 1

இவ்வாறு மெண்டலின் விதிகளை சோதனை செய்தும் சரிபார்க்கப்பட்டதால் இன்றும் நிலைத்து நிற்கின்றன. அவர் காலம் தொட்டு இன்று வரை டுரோசோஃபைலா (Drosophila) என்ற பழப்பூச்சியில் 300 தூய்மையான சந்ததிகளை படைத்துள்ளனர்.

தாவரங்களிலும் விலங்குகளிலும் சேய்ப்பெருக்கம் (Breeding) செய்து பார்க்க இச்சோதனைக்கலவி முறை மிகவும் பயன்படுகிறது. மேலும், நோய்த்தடை காப்புறுதி வகைகளையும் உற்பத்தி செய்ய பயன்படுகிறது. உதாரணமாக தக்காளியில் நல்ல பெரிய வகைத் தக்காளி ஒன்று உண்டு. அந்த வகை அடிக்கடி புஞ்சை நோய்க்கு (Fungus disease) ஆளாகக்கூடியது. ஆனால் மற்றொரு வகை சிறியதாக இருந்தாலும் நோய்த்தடுப்பு (Resistant) பெற்றுள்ளது. இதற்குக் காரணம் I என்ற ஓங்குஜீன் (Dominant) இருப்பதே. II, ii என்ற இரு வகை தக்காளிச் செடிகளை கலவிசெய்து Ii என்ற கலப்புயிரியை உற்பத்தி செய்தால் இந்த கலப்புயிரி மிக நல்லதாக அமையும். அவைகளை சோதனைக் கலவி செய்து சரிபார்த்தே முடிவு கட்ட வேண்டும். அவ்வாறு கிடைக்கும் தலைமுறை யிலிருந்து [II, (Ii), ii] Ii + ii என்ற உயிரிகள் மட்டும் நோய் தடைக்காப்புறுதி செய்யப்பட்டதால் (Immunity) அதிகம் தப்பி விடுகின்றன. மற்றவை மடிகின்றன. மேலும் Ii வகையில் பரு மனுக்குரிய ஓங்கிய ஜீனும் (I) இருப்பதால் இந்த வகையை மட்டும் வளர்த்துக் கொள்ளவும், (ii) என்ற ஒடுங்கிய வகையை ஒதுக்கி விடவும் வாய்புண்டு. மேலும் ஆராய்ந்து பெரியதும் தூயதும், நோய்த்தடுப்புறுதி பெற்றதுமான வகையை மட்டும் பொறுக்கி எடுத்து உற்பத்தித் திறனைப் பெருக்கலாம்.

மெண்டலின் பிரிதல் விதியில் மாற்றங்கள்

மெண்டலின் காலத்திற்குப் பிறகு மரபியல் விதிகள் நம்முடைய அறிவாற்றலால் மேலும் வளர்ந்துள்ளது. அதனால் சேய்ப் பெருக்கச் சோதனைகள் பல செய்யப்பட்டபின் மெண்டலின் விதிகள் அப் படியே பொருந்துவதில்லை.

மெண்டலின் யூனிட்விதி எல்லாவற்றிற்கும் பொருந்துவதில்லை பலவற்றில் ஒரு ஜீன் ஒரு பண்பிற்கு மட்டும் காரணம் என்பது ஒவ் வாமல் பல தனிகூறுகள் ஒத்த ஜீன்களின் செயல் எதிர்ச் செயல் களை உண்டாக்குகின்றன என்று தெரிகிறது. அவ்வாறே மெண் டலின் பிரிதல் விதிக்கும் விதி விலக்குகள் இருக்கின்றன. குரோ மோசோம்கள் பிரிய வேண்டிய கட்டத்தில் பிரியாமல் இயபின் மைப்பிரியா நிலையை (Non disjunction) அடைகின்றன. மற்றும் முடிவு பெறு ஓங்குநிலை (Incomplete dominance) காரணமாகவும் அவ்வாறு நிகழ்வதுண்டு. இதனால் 1 ஆம் தலை முறையில் இடை நிலைப் பண்புகள் காணப்படுகின்றன. அவ்வாறு காணும்போது பெற்றோர்களின் தனிக் கூறுகள் இணைந்து காணப்படுகின்றன. முடிவுபெறு ஓங்கு நிலைக்கு உதாரணமாக அந்தி மந்தாரை என்ற மிராபிலிஸ் ஜலாபா (4 O' Clockflower)-(Mirabilis jalapa) செடி

யைக் கூறலாம். காரின்ஸ் என்பவர் (Corrins) இச் செடியில் காணும் பூக்களில் சிவப்பு (Red), வெள்ளை (White) என்ற இரு வகைகளைக் கொண்டு விளக்கினார். இவ்விரண்டையும் சேர்த்து மகரந்தச் சேர்க்கை செய்தால் இளஞ் சிவப்பு (Pink) நிறப் பூக்கள் (F_1) உண்டாகின்றன. இந்நிறம் முடிவுபெறா ஓங்கு நிலையாகும். இங்கு ஓங்கும் அல்லீல் தன்னுடைய முழு நிறத்தையும் காட்ட முடியவில்லை. ஆனால் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை செய்யும் போது 2ஆம் தலைமுறையில் (F_2) இளம் கொழுந்துகள் 1 சிவப்பு: 2 இளஞ் சிவப்பு : 1 வெள்ளை என்ற விகிதத்தில் காணப்படும். மெண்டலின் விகிதம் அப்படியே தோன்றினாலும் இங்கு ஓங்கும் அல்லீலின் தன்மையான சிவப்பு முழுதும் காணப்படவில்லை. இங்கு இருநிறங்களும் ஒன்றறக் கலக்கவில்லை என்றே தெரிகிறது. கலப்பினம் அல்லது ஹைபிரிட் இளஞ்சிவப்பாக இருப்பதால் இரு சுத்த இனச் செல்கள் இதிலிருந்து உண்டாகின்றன. இம்மாதிரியாக இடைநிலை நிறம் உண்டாவதற்கு காரணமாக உள்ள ஜீன் இணைப்புகளை இடைநிலை ஜீன்கள் (Intermediate genes) என்று கூறுவர். பறவை, கிளி, பன்றி போன்ற விலங்கினங்களிலும் இம் மாதிரியான இடைநிலை ஜீன்களைக் காணலாம்.

இளஞ்சிவப்பு பூக்களை சோதனைக் கலவிசெய்தால் அதாவது ஒடுங்கும் அல்லீல் உள்ள வெள்ளை பூக்களுடன் சேர்த்தால் அவைகளுக்கு 1:1 என்ற விகிதத்தில் இளஞ்சிவப்பு, வெள்ளை பூக்களைக் கொடுக்கும் செடிகளே வளர்கின்றன. முடிவுபெறா ஒடுங்குநிலை ஜீன்கள் (Incomplete recessive genes) கொண்ட செடிகளும் இருக்கின்றன. கலப்புயிரிகளில் ஒடுங்கும் ஜீன்கள் சிறிதளவே தங்களுடைய பண்புகளைக் காட்ட முடிகின்றன. அவைகள் ஹெட்டிரோசைகஸ்களாக இருக்கின்றன.

மெண்டலின் விதிகளின் தற்கால மதிப்பீடு

(1) ஒரு தனி ஜீன் ஒரு தனிக் கூற்றுக்குத்தான் காரணமாக இருக்கிறது என்று மெண்டல் கருதினார். ஆனால் தற்கால ஆய்வுப் படி உயிரியலில் காணும் பல ஜீன்கள் ஒவ்வொரு தனிக் கூறுடன் சேர்ந்து ஏதாவது செயல்களை புரிகின்றன. இதனால் தோற்ற வழியமைப்பில் மாற்றுப் பண்புகள் புதிதாகத் தோன்றுகின்றன.

(2) ஜீன்கள்தான் பரம்பரையாக வருகின்றனவே அன்றி தனிக் கூறுகள் அல்ல. ஜீன்கள் தனித்தனி யூனிட்டுகளாக பழகுகின்றன. ஆனால் பல்வேறு ஜீன்களின் செயல் எதிர் செயல்களின் முடிவாக தனிக் கூறுகள் தோன்றுகின்றன.

(3) ஓங்குநிலை என்பது ஜீன்களின் பரம்பரைச் சொத்து அல்ல, அது உள், வெளி, மரபுச் சூழ்நிலை காரணிகளால் பாதிக்கப் பட்ட ஒன்ருகும். ஓங்கு நிலையை ஜீன்களின் அடிப்படையில் விளக்கலாம். நேரடித் தொடர்பற்ற மரபியல் சூழ்நிலையைக் கொண்டும் விளக்கமுடியும்.

(4) ஜீன்கள் யாவும் குரோமோசோம்களினுள் இருக் கின்றன. சில சமயங்களில் ஜீன்கள் கூட்டாக யூனிட்போல் பழகுவதுண்டு.

இரட்டைக் கலப்பு சந்ததிமுறை (Dihybrid Inheritance)

மெண்டல் கணக்கியலில் நிபுணராக இருந்ததால் தாம் கண் டறிந்த சோதனைகளில் சந்ததிகளின் வரிசையை நன்கு உணர முடிந்தது. எவ்வளவு வழிகளில் அவைகள் இணையமுடியுமோ அவ்வளவிலும் இணைத்து முடிவுகளைக் கண்டறிந்தார். A-யும் a-யும் சேர நேர்ந்தால் Aa என்ற ஒரே வழியில்தான் சேரும். ஆனல் Aa-யும் Aa-யும் சேர நேர்ந்தால் நான்குவித இணைப்புகள் சாத்தியமாகும். அதாவது AA, Aa, aA, aa. சோதனைகளில் இந் நான்குவித சேர்க்கைகள் காணப்பட்டன. இதில் இருதொடர் வகை இணையப் பெற்ருல்—A + 2 Aa + a-யும், B + 2 Bb + b-யும் —16 வகை இணைப்புகள் நிகழக்கூடும். ஓங்கு அல்லீல்கள் ஒவ்வொரு சேர்க்கையின் பண்புகளை நிர்ணயிப்பதால் கீழ்க் காணும் முடிவுகள் காணப்பட்டன. 9 AB, 3 Ab, 3aB, 1ab இரு சோடி மாற்றுப் பண்புகள் பங்கேற்கும்போது காய்களில் இம் மாதிரியான முடிவுகளே தென்பட்டன.

பரிசோதனை :

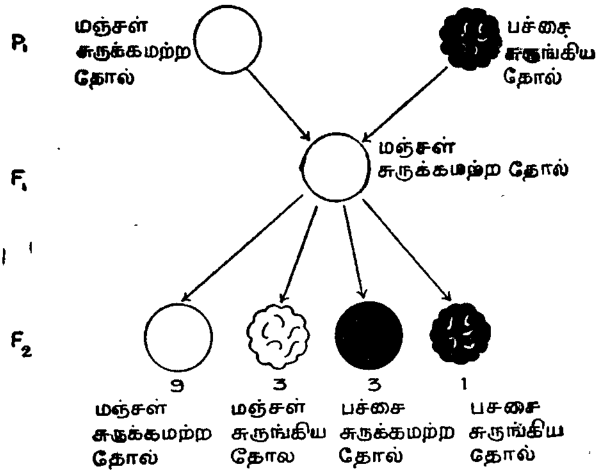
முதல்நிலை : தன்னுடைய சோதனைக்கு மெண்டல் இருசோடி வேறுபட்ட பண்புடைய விதைகள் எடுத்துகொண்டார். சுரிப்பு விதை, பச்சைநிறம், வட்டம் அல்லது உருண்டை விதை, மஞ்சள் நிறம்.

கண்டறிந்தவை : சோதனையில் கலப்புயிர் இளங்கன்றுகள் யாவும் உருண்டை வடிவ விதையுடனும் மஞ்சள் நிறத்துடனும் இருந்தன. இவைகள் இரட்டைக் கலப்புயிரிகள் ஆகும்.

இரண்டாம் நிலை : இக்கலப்புயிரிகளை தன்மகரந்தச் சேர்க்கை மூலம் (Self Pollination) வளர்த்தார்.

கண்டறிந்தவை : 2ஆம் சந்ததிகள் 9 : 3 : 3 : 1 என்ற வீதத்தில் இருந்தன. அவருக்கு கிடைத்த சரியான முடிவுக

ளாவன. 315 உருண்டை மஞ்சள், 101 சுரிப்பு மஞ்சள், 108 உருண்டை பச்சை, 32 சுரிப்பு பச்சை.



படம். 167

இரட்டைக் கலப்பு சந்ததி முறை

உருண்டை மஞ்சள்	= 9
உருண்டை பச்சை	= 3
சுரிப்பு மஞ்சள்	= 3
சுரிப்பு பச்சை	= 1

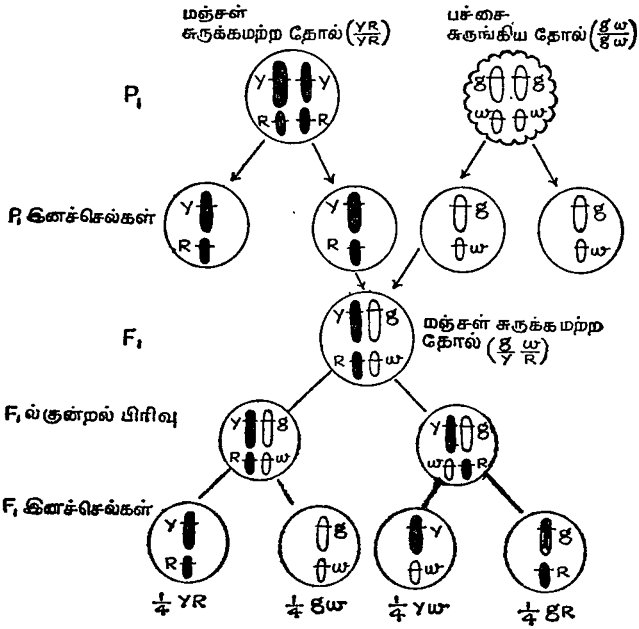
பொருள் கோடல்: 1ஆம் தலைமுறையில் காணும் உருண்டை விதை, உறை மஞ்சள் நிறம், ஆகிய இவ்விரண்டு பண்புகளும் சுரிப்பு விதை, உறை பச்சை நிறம் ஆகிய இரு பண்புகளின் ஓங்கு ஜீன்களாகும். ஒவ்வொரு பண்பிற்கும் ஒவ்வொரு ஜீன் காரண மென்று கொண்டு அந்த ஜீன்கள் செடியில் சோடியாகக் காண்ப தாக கொள்வோம். அப்படியென்றால் அந்த இரு சோடி ஜீன்களின் சேர்க்கை (RRYY) உருண்டை (Round), மஞ்சள் (Yellow) rryy, சுரிப்பு (Wrinkled), பச்சை (Green) என்றாகும்.

ஒவ்வொரு இனச்-செல்லும் ஒரு சோடி ஜீன்களைப் பெறுகிறது. அப்படியென்றால், இரு பெற்றோர் சந்ததிகள் RRYY யிலிருந்து RYயும், rryy யிலிருந்து ryயும் பெறுகின்றன. ஒவ்வொரு ஜீன் சோடிகளிலிருந்து ஒரு ஜீனை மட்டும் ஒவ்வொரு இனச் செல்லும் பெறுகிறது. அதாவது RRYY யிலிருந்து 'RYயும், rryyயிலிருந்து ryயும் உண்டான இனச் செல்கள் கருத்தரித்தல் போது இணைந்து

RrYy என்ற ஜீன்கள் அமைப்பை பெறுகிறது. இது ஒரு இரட்டைக் கலப்புயிரி (Dihybrid) ஆகும். உருண்டை (R), மஞ்சள் (Y) என்பன இரண்டும் இரு தனிக் கூறுகளின் ஓங்கும் தன்மையைக் குறிக்கிறது. இக்கலப்புயிரி அல்லது ஹைபிரிட் (RY, ry, YR, yr) என்ற நான்கு வகை இனச் செல்களை உண்டு பண்ணுகிறது. அவ்வாறுன இரு ஹைபிரிட்கள் சேரும்போது நான்கு வகையான ஆண் இனச் செல்கள், நான்கு வகையான பெண் இனச் செல்களுடன் (முட்டை) சேர சம வாய்ப்பு பெறுகின்றன. இதனுல் பதினாறு கரு முட்டைகள் (Zygote) உண்டாக முடியும். (படம் பார்க்க) இங்கிலாந்து நாட்டு ஆர். சி. பன்னட் (R. C. Punnet) என்பவர் இம் முடிவுகளை கட்டப் பலகை முறையில் விளக்கினுர். இதற்கு பன்னட் கட்டம் என்றும் கூறுவதுண்டு.

கண்டறிந்தவை : மேற்கூறிய சோதனைகளைப்போல மூன்று கலப்பின சந்ததி விகிதங்களும் (Trihybrid Ratio), நான்கு கலப்பின சந்ததி விகிதங்களும் (Tetra hybrid Ratio) கணக்கிடலாம். மஞ்சள் (Y) உருண்டை (R) உயரம் (T) என்ற மூன்று ஜீன்களையும், அவற்றிற்குரிய பச்சை (y), சுரிப்பு (r) குட்டை (t) என்ற மூன்று ஜீன்களை வைத்துக் கணக்கிட வேண்டும். 3 : 1 என்ற விகிதத்தின் மூன்று மடங்கே 2ஆம் தலை முறையின் முடிவாகும். அதாவது மொத்தத்தில் உள்ள 64 என்பது 27 : 9 : 9:9:3 : 3 :3: 1 என்ற விகிதத்தில் அமைகிறது. இம் மாதிரி தனித்துப் பிரிவதை தனித்துப் பிரிதல் விதி (Law of Independent assortment) என்று குறிப்பிட்டார். இதையே மாறி இணைதல் விதி (Law of free Recombination) என்றும் கூறுவதுண்டு. இதன்படி மரபுக் கொழுந்துகளில் பல சோடி அல்லீல்கள் தனித்தனியாக விநியோகமாகி திரும்பவும் மாறி இணைவதாகும். பழைய முறையிலும், புதிய முறையிலுமாக ஜீன்கள் மாறி இணைகின்றன. அதனுல் தனிக்கூறுகள் உண்டாகி, ஒவ்வொரு தனிக் கூறும் யதேச்சையாக வழி வழி வருவது குறிப்பிடத் தக்கதாகும்.

மேலும் ஒற்றைக் கலப்பு சந்ததி முறையில் ஜீன்கள் எப்படி வழி வழியாக பழகியதோ அம்முறையிலேயே அவைகள் இதிலும் பழகுகின்றன. இரட்டைக் கலப்பு சந்ததி முறையில் ஒரு சோடி பண்புகளை மட்டும் எடுத்துக் கொண்டால் மெண்டலின் முடிவுகள் கீழ்க்காணும் படி அமைகின்றன. $\frac{3}{4}$ மஞ்சள், $\frac{1}{4}$ பச்சை (480 : 140) $\frac{3}{4}$ உருண்டை, $\frac{1}{4}$ சுரிப்பு (423 : 123) இதைப் பார்க்கும் போது இதற்கும் ஒற்றைக் கலப்பு சந்ததிக்கும் வேற்றுமை எதுவும் இல்லை என்பது விளங்கும். இரு ஒற்றைக் கலப்பு சந்ததிகள் ஒன்று சேர்வதை ஒத்திருக்கின்றன.



F_2 அமைப்பு

F_1 ♂ இனச்செல்கள் \ F_1 ♀ இனச்செல்கள்	YR	Yw	gR	gw
YR	$\frac{Y}{Y}\ \frac{R}{R}$ மஞ்சள் சுருக்கமற்ற தோல்	$\frac{Y}{Y}\ \frac{w}{R}$ மஞ்சள் சுருககமற்ற தோல்	$\frac{g}{Y}\ \frac{R}{R}$ மஞ்சள் சுருக்கமற்ற தோல	$\frac{g}{Y}\ \frac{w}{R}$ மஞ்சள் சுருக்கமற்ற தோல்
Yw	$\frac{Y}{Y}\ \frac{R}{w}$ மஞ்சள் சுருக்கமற்ற தோல்	$\frac{Y}{Y}\ \frac{w}{w}$ மஞ்சள் சுருங்கிய தோல	$\frac{g}{Y}\ \frac{R}{w}$ மஞ்சள் சுருக்கமற்ற தோல்	$\frac{g}{Y}\ \frac{w}{w}$ மஞ்சள் சுருங்கிய தோல்
gR	$\frac{Y}{g}\ \frac{R}{R}$ மஞ்சள் சுருக்கமற்ற தோல	$\frac{Y}{g}\ \frac{w}{R}$ மஞ்சள் சுருக்கமறற தோல்	$\frac{g}{g}\ \frac{R}{R}$ பசசை சுருக்கமற்ற தோல்	$\frac{g}{g}\ \frac{w}{R}$ பச்சை சுருக்கமற்ற தோல்
gw	$\frac{Y}{g}\ \frac{R}{w}$ மஞ்சள் சுருக்கமற்ற தோல்	$\frac{Y}{g}\ \frac{w}{w}$ மஞ்சள சுருங்கிய தோல்	$\frac{g}{g}\ \frac{R}{w}$ பச்சை சுருக்கமற்ற தோல்	$\frac{g}{g}\ \frac{w}{w}$ பச்சை சுருங்கிய தோல்

படம். 168

இரட்டைக் கலப்பு விகிதம் - விளக்கம்

இரட்டைக்கலப்பு சந்ததி சோதனைக்கலவி :-

பரம்பரைப்பண்புக் காரணிகள் பிரிந்து பின்மாறி இணைகின்றன என்பதை நிருபிக்க சோதனைக்கலவி (Testcross) பெரிதும் பயன்படு கிறது. இரட்டை ஓங்கு அல்லீல்கள் கொண்ட கலப்புயிரியுடன் (AaBb) இரட்டை ஓங்கிய அல்லீல் கொண்ட உயிரியை (AABB) கலவி முறையில் சேர்த்தால் நான்கு வகையான இனச் செல்கள் உண்டாகும்.

(i) AaBbயுடன் AABB சேரும்போது கிடைக்கும் கலப்புயிரிகள்:-

நான்கு வகை இனச் செல்கள் உண்டாகுதல்.

AaBb — AB, Ab, aB, ab

AABB— AB மட்டும்

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb

இவைகளில் ஒவ்வொரு சோடியிலும் ஓங்கும் ஜீன் இருப்பதால் உருண்டை மஞ்சள் விதைகள் தான் கிடைக்கும்.

(ii) சோதனைக் கலவியில் இரட்டை ஒடுங்கிய ஜீன்களுடன் (aabb) இரட்டை ஓங்கு ஜீன்கள் கொண்ட கலப்புயிரியைச் சேர்த் தால் சம (AaBb) எண்ணிக்கை உள்ள நான்கு வகைகள் கிடைக் கின்றன.

	AB	Ab	aB	ab
a b	AaBb	A abb·	aaBb	aa bb
	↓	↓	↓	↓
	உருண்டை மஞ்சள்	உருண்டை பச்சை	சுரிப்பு மஞ்சள்	சுரிப்பு பச்சை
	1 :	1 :	1 :	1

இதையே "பின்கலவி" (Back Cross) என்பது முண்டு. ஏனெனில் 1 ஆம் தலைமுறையான ஹைபிரிடை (Hybrid) ஒடுங்கும் பெற்றோர் வகையுடன் (Recessive parent) கலவி செய்விப்பதாகும்.

மெண்டலின் இரட்டைக்கலப்பு சந்ததி முறைவிதியில் மாற்றங்கள் :—

மெண்டலின் முதல் விதியில் 3 : 1 விகிதத்திலும் இரண்டாம் விதியில் 9:3:3:1 விகிதத்திலும் மாற்றங்களை பிற்கால அறிவியல் வல்லுநர்கள் கண்டறிந்தனர். தனித்து ஒதுங்குதல் விதியில்

ஓங்கும் அல்லீல்கள் இல்லாமல் போனதும் (Lack of dominance) ஜீன்களின் செயல் எதிர்ச் செயல்களும் (Interaction of genes) ஜீன்களின் பிணைப்பும் (Linkage) அம் மாற்றங்களுக்கு காரணமாகும். மேலும் ஒரு தனி ஜீன், ஒன்றிற்கு மேல் பல பண்புகளை ஊக்குவிப்பதும் காரணமாகும்.

மெண்டலின் கண்டுபிடிப்புகளை டச்சு, ஜெர்மனி, ஆஸ்ட்ரியா, ஆகிய மூன்று நாட்டு விஞ்ஞானிகள் திரும்பவும் வெளிப்படுத்தி உள்ளனர். அவைகளை தங்களுடைய ஆராய்ச்சிகளுடன் ஒப்பிட்டு ஒரே சமயத்தில் உறுதிப்படுத்தினர். அதுவே மக்களை பெரிதும் ஈர்த்தது. இதனால் மெண்டலின் அறிவாற்றலை உலக மக்கள் நன்கு ஏற்றுக் கொண்டனர். மக்களின் தனித் தன்மை, தனியமைப்பில் உயிர் வாழ்தல் போன்றன வழி வழியாக வருவது தற்போது நன்கு தெளிவுப்படுத்தப்பட்டதால் மானிடர்களின் வெகு கால விருப்பம் நிறைவேறியதாகக் கருதலாம்.

26 ஜீனின் செயல்கள்
(Gene Action)

பாலி டி ஆக்ஸிரைபோ நியூக்ளியோடைட் (Poly deoxyribo-nucleotide) தொடரில் ஜீன்(gene)ஒரு பகுதியாகும். மியூட்டேஷன் (Mutation), மறுசேர்க்கை (Recombination) என்ற இரு வகைகளால் ஜீனைப் பிரிக்க முடியும்.

மெண்டலின் காலம் முதல், ஜீனின் அமைப்பு. செயல் யாவும் தெளிவுப்படுத்தப்பட்ட காலத்திற்குப் பிறகும் கூட, இதன் பயனும் செயல் பரப்பும் (Scope) ஒரு வரம்பிற்குட்பட்டே இருந்து வந்திருக்கின்றன. ஜீனிற்கும், அதனுடைய குறிப்பிட்ட உயிர் வேதியியல் செயல்களுக்கும் உள்ள தொடர்பு, 1900ஆம் ஆண்டில், சர். ஆர்ச்சி பால்டு கெர்ரார்டின் (Sir Archibald Garrod) வெளியீட்டிற்கு பிறகே தெரிய வந்தது. இந்தத் தொடர்பின் மூலம், பல பிறவியோடு கூடிய வளர்சிதை மாற்ற நோய்கள் மனிதனில் உண்டாகின்றன என்றும், இதற்கு உயிர் வேதியல் பொருள்களின் தேவையே காரணமென்றும் தெரியவந்தது. இயல்பற்ற என்சைம்கள் அல்லது நொதிகள் (enzymes) இடையில் இருந்ததேயாகும். இதனாலேயே என்சைம்களுக்கும், ஜீன்களுக்கும் தொடர்பு இருப்பதாகக் கருதினர். ஆனால், அந்நாளில், மரபியல் அல்லது உயிர் வேதியல் கருத்துக்கள் வெகுவாக அவர்களைக் கவரவில்லை. 1930ஆம் ஆண்டு, ஜார்ஜ் பீடில் (George Beadle), புரோசி எஃப்ருசி (Brosi Ephrussi), எட்வர்டு டாட்டம் (Edward Tatum) போன்றவர்கள், டுரோஸோபைலா பழப்பூச்சியின் கண் நிறத்துகள் உண்டாவதைப்பற்றி சோதனைகள் செய்யத் தொடங்கினர். நர்மல் கண் நிறத்துகள்களின் சேர்க்கை பல வேதியற்படி முறைகளினால் நிகழ்கின்றன என்றும், இம்முறைகள் ஜீன் கட்டுப்பாட்டின் கீழ் நடக்கின்றன என்றும், அவர்கள் விளக்கினர். பீடிலும், டாட்டமும், "ஒரு ஜீன், ஒரு என்சைம் (One gene, one enzyme) என்ற கோட்பாட்டை 1940 ஆம் ஆண்டின் துவக்கத்தில் உருவாக்கினர். ஜீன்கள் தங்களுடைய என்சைம் உற்பத்தியினால், தோற்ற வழி அமைப்பில் (Phenotype) மாறுதல்கள் உண்டு பண்ணுகின்றன என்று அவர்கள் கருதினர்.

நியூரோஸ்போரா (Neurospora) என்ற ரொட்டிக் காளான் இவர்களின் வேதிய மரபியல் சோதனைகளுக்கு(Chemical genetics) மிகவும் ஏற்றதாகப் பயன்பட்டது. சாதாரண ரொட்டியின் மேல்

நியூரோஸ்போரா வளரக் கூடியது. சர்க்கரையும், பயோட்டினும் (Biotin) சேர்ந்த அகர்ஜெல்லியிலும் (Agarjelly) சோதனைக் கூடத்தில் வளர்கிறது. சக்தியை சர்க்கரையிலிருந்தும், மற்ருெரு தேவையான மூலக்கூறை வைட்டமின் பையோட்டினிலிருந்தும் பெற்றுக்கொள்கிறது. மற்ற தேவைப்படும் மூலக்கூறுகளை அந்தக் காளானே தயாரித்துக் கொள்கிறது. அதன் செல் வேதியற் சேர்க்கைக்கு வலைப்பின்னல் போல் பயன்படுகிறது. ஒரு ஜீன்-ஒரு என்சைம் கோட்பாட்டின் படி A என்ற மூலக்கூறை B மூலக்கூருக மாற்ற (b) என்ற என்சைம் தேவைப்படுகிறது. இந்த ஜீனை குறிப்பிட்ட ஜீன்தான் கட்டுப்படுத்தும். அப்படி யென்ருல், அந்த ஜீனில், ஒரு திடீர் மாற்றம்—மியூட்டேஷன் ஏற் பட்டு, தேவையான (b) என்னும் என்சைமை உண்டாக்கவில்லை. அதன் பயனுக, A—B செயல்வினையும் (Reaction) நிகழவில்லை; இதே நிலை நியூரோஸ்போராவில் ஏற்பட்டிருக்கிறது. இதில் கதிர் இயக்கத்தினுல் ஜீனில் மியூட்டேஷன் நிகழ்ந்திருக்கிறது. அவை களை வைட்டமின், அமினே அமிலம் உள்ள பூரண ஊடகத்தில் வளரவிட்டு ஸ்போர்கள் (Spores) வளரவிடப்பட்டன. இந்த வளர்ப்பிலிருந்து, பாலற்ற ஸ்போர்களை (Asexual spores) குறைந்த ஊடகத்தினுள் இடப்பட்டதில் அந்த மியூட்டன்ட் வளரவில்லை வளராததற்கு அந்த ஜீனின் லோகசில் (locus) ஏற்பட்ட குறைவே காரணமாகும். ஒரு சில பொருளை அக்குறைந்த ஊடு பொருளில் (minimal medium) இட்டால், அது வளர ஆரம்பிக்கிறது. இதி லிருந்து அதற்குத் தேவைப்பட்ட மெட்டபோலைட் (Metabolite) இல்லாததினுல், மியூட்டன்ட் சந்ததி வள்ராது, சேர்க்கைத் தடை பட்டுவிட்டது.

பாக்டீரியா, காளான், பாசிகள் போன்ற பல உயிரினங்களில் இம் மாதிரி சோதனைகள் நடத்தப்பட்டுள்ளன. இச்சோதனை வளர்ப்பு களில் குறிப்பிட்ட வைட்டமின், அமினே அமிலம் அல்லது வளர்ச் சிக்குரிய முக்கியப் பொருள்கள் இல்லாத சூழ்நிலையில் இம் மாதிரி யான வகைகளைக் கண்டறிய முடிகிறது.

பீடிலும், டாட்டமும் கண்ட இந்த அடிப்படை முடிவை, கடந்த இருபது ஆண்டுகளாக ஆராய்ச்சி செய்து, மேலும் விஸ்த ரித்துள்ளனர். சில ஆய்வுகளின் மூலம் ஒரு ஜீன்மியூட்டேஷ னது, பல்வேறு வளர்ச்சிக் காரணிகளின் தேவைகளை உண்டாக் குகிறது என்று கண்டனர். மேலும், ஒரு என்சைமின் செயலைக் கட்டுப்படுத்துவதற்கு ஒரு ஜீனிற்கு மேல் தேவைப்படும் நிலையும் காரணப்படுகிறது. சாதாரணமாக, மனிதனில், ஹீமோகுளோபின் மூலக்கூறு அமைப்பை (Haemoglobin molecule) இரு வெவ்வேறு

ஜீன்கள் கட்டுப்படுத்துகின்றன. மியூட்டன்ட் வகை நபர்களை ஆராய்ந்ததில், வெவ்வேறு ஜீன்கள், வெவ்வேறு பாலிபெப்டைட் மூலக்கூறு தொடர்களை கட்டுப்படுத்துகின்றன என்று தெரிகிறது. இதனால், "ஒரு ஜீன்—ஒரு என்சைம்" என்ற கோட்பாட்டை, "ஒரு ஜீன்—ஒரு பாலிபெப்டைட் கோட்பாடு" என்று மாற்றிக் கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது.

ஜீனின் செயல்கள் யாவும் என்சைம்களைக் கட்டுப்படுத்துவதானாலும், எல்லா ஜீன்களும் அம்மாதிரி கட்டுப்பாட்டின் கீழ்தான் இயங்குகின்றன என்று கொள்ளக்கூடாது. பல ஜீன்கள் புரதங்களை உண்டாக்குகின்றன. அங்கு என்சைம்களின் உதவியால் செல்கள் செயல்படவில்லை. உதாரணமாக, வைரஸின் ஜீன்கள், அதன் உறையை உண்டாக்கும் பாலிபெப்டைட் என்னும் தொடரை நிர்ணயிக்கும் ஜீனாக அமைகிறது.

மனிதனில் ஜீன் செயல்கள்

சர் ஆர்ச்சி பால்டு கெர்ராடு என்ற ஆங்கில மருத்துவர், 1908 ஆம் ஆண்டு சில உடற் செயல் முறையின்மைக் கேடுகள் (abnormalities) மனிதனில் காண்பதைக் கண்டறிந்தார். இம் மாதிரியான முறையின்மைக் கேடுகள் சில என்சைம்களினால் சாதாரண மனிதர்களில் உண்டாகிறது. மியூட்டன்ட் மனிதர்களில், இந்த என்சைம் உண்டாக்கப்படுவதில்லை. அதனால், அந்நோய் வெளித் தோன்றுகிறது. இது பிற்காலத்தில் தான் உறுதி செய்யப்பட்டது.

பினைல்கிட்டோநியூரியா (Phenylketoneuria PKU) என்ற கறுப்புச் சிறுநீர் நோயும் அம்மாதிரியான உயிர் வேதியல் தடைகளினால் உண்டாகிறது. இதில் பினைல் அலனைன் (Phenylalanine) என்ற அமினோ அமிலம் வளர்சிதை மாற்றத்தில் அப்பிறவிப் பிழைகளை உண்டாக்கியதே காரணமாகும். இந்த அமினோ அமிலம் மூன்று வழிகளில், என்சைம்கள் உதவியினால், வளர்சிதை மாற்றத்திற்கு உள்ளாகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட என்சைம் உற்பத்தி, மியூட்டேஷனால் தடைப்பட நேரிடும். அதனால் ஒரு குறிப்பிட்ட வழியில், தடை ஏற்பட்டு, பினைல் அலனைன் வளர்சிதை மாற்றம் அடைவதில்லை. இம்முறை கேட்டினால் அதிக அளவு அமினோ அமிலம் சேர்த்து வைக்கப்படுகிறது. முறையின்மை கேட்டினால் சேர்ந்த அமிலம் இரத்தத்தினுள் ஊடுருவி, சிறுநீர் வழியாக வெளியேற்றப்படுகிறது. இச்சிறுநீரை வேதியற் சோதனைகள் செய்தால், அதைக் கண்டு கொள்ளலாம். இந்நோயுடைய குழந்தைகளுக்கு மூளைக்கோளாறு ஏற்பட்டு, அறிவிலிகளாக இருப்பார்கள். இதில்

மற்ருெரு வழியில் தடை ஏற்படுமானல், மரபியல் காயிட்டர் குள்ளத் தன்மையும் (GenetioGoitrous Cretinism), மற்ருெரு தடை ஏற்படு மானல், அல்காப்டோநியூரியா (Alcaptoneuria) என்ற நோயும் உண்டாகின்றன. ஒரு அமிலம் பிரிக்கப்படத் தேவையான என் சைம், அவ்வழியில் இல்லாது போனதால், இம்மாதிரியான முறை கேடுகள் நிகழ்கின்றன. அந்த என்சைமிற்கு ஜீன், மியூட்டே ஷனல் ஏற்பட்டதால் இல்லாது போனது. இதன் காரணமாக அமினோ அமிலங்களின் வளர்சிதை மாற்றத்தில். இம் மாதிரியான பலவித முறைகேடுகள் ஏற்படுவதுண்டு.

சிக்கிள் செல் அனீமியா (Sickle CellAnemia) என்ற மற்ருெரு நோயும், இம்மாதிரியான அமினோ நீக்கத்தினல் ஏற்படுகிறது. ஹீமோகுளோபின் (Haemoglobin) அமினோ அமிலத் தொடரில் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் ஓர் அமினோ அமிலம், மற்ருென்றினல் மாற்றி அமைக்கப்படுமானல் இந்நோய் உண்டாகிறது.

ஜீனின் செயலே விளக்க F. ஜேகபும், J. மேனுடும் (F. Jacob and J. Monad)ஈ.கோலே (E. Coli)•என்ற நுண்ணுயிரியை வைத்து செய்தசோதனையின் பயனக அவர்கள் ஒரு மாதிரி அல்லது மாடல் (Model) தயாரித்தார்கள். அதில் மூன்று வகை ஜீன்கள் உள்ளன.

1. அமைப்பு ஜீன்கள் (Structural genes): இவைகள் m ஆர்.என்.ஏ. (m-RNA)வை உண்டாக்குகின்றன. இந்த m ஆர். என். ஏ. ரைபோசோம்கள் மூலம் புரதத்தைத் தயாரிக்கின்றன.

2. இயக்கு ஜீன்கள்: (Operator genes) தொடர்புகட்டு இயக்கு ஜீன்: அமைப்பு ஜீன்களே, ஆர்.என்.ஏ. தயாரிக்க, இவை கள் தூண்டுகின்றன. பல அமைப்பு ஜீன்களே ஓர் இயக்குஜீன் ஹிஸ்டோன் மூலம் கட்டுப்படுத்துகிறது.

3. ஒழுங்கியக்கி ஜீன்கள்: (Regulator Genes) அமைப்பு ஜீன்களே தூண்டாமல் இருக்கவும், ஒழுங்கியக்கி ஜீன்களே செய லாற்று நிறுத்தி வைக்கவும் (turn off) இவைகள் புதுப் பொருள் களேத் தயாரிக்கின்றன. இவ்வொழுங்கியக்கி ஜீன்கள், ஹார் மோன்கள் தயாரிக்கின்றன. இவ்வொழுங்கியக்கி ஜீன்கள், ஹார் மோன்கள் (Hormones) ஆர்கனேசர்கள் (Organizer) போன்ற புற காரணிகளுக்கு மட்டுமுரிய கூர் உணர்வுடையவைகளாகும். (Sensitive)

ஜீன்களின் செயல்—எதிர்ச் செயல்கள்

(Interaction of Genes)

ஜீனின் மரபுவழி தனித்துவம், ஜீனின் தனிச்செயலை குறிக்கிறது என்றில்லை. ஒரு ஜீனும் தானே இயங்குவதில்லை. அதனுடைய இறுதி தோற்ற நிலை என்பது தோற்ற வழியமைப்பாகும். ஏனெனில், பல ஜீன்களின் ஒருமைப்பாட்டியக்கமே ஒரு தனி உருவாகும். 9 : 3 : 3 : 1 என்ற இரட்டைத் தோற்றமைப்பு விகிதத்தின் திருந்திய நிலை கொண்டு காணும் விளக்கங்களே, இச்செயல் எதிர்ச் செயலுக்கு சான்றுகள் ஆகும். திருந்திய விகிதங்களில் இரு வகைகள் உண்டு.

1. நான்கு தோற்று வழி அமைப்புகளுக்கு மேல் உள்ளவைகள்
2. நான்கிற்குட்பட்ட சில வகைகளை பிரித்துத் தெரிந்து கொள்ள முடியாதவைகள்.

1. நான்கிற்கு மேற்பட்ட தோற்றவழி அமைப்புகள்

கால்நடைகளில் (பசு) தோலின் நிறம் சிவப்பும் (Red) வெள்ளையுமாக (White) இருக்கும், இருப்பினும், இவ்விரண்டிற்கும் இணைவு ஏற்பட்டதில் சிவப்பு நிறத்தில், சிவப்பு நிறத்தின் முடிவுரா ஓங்கு ஜீனினால் சிவப்பும், வெள்ளையும் கலந்த கபிலை அல்லது ரோவன் (Roan) நிறமுண்டாயிற்று. கொம்புள்ளதும், கொம்பற்றதுமான சோடி அல்லீல்களும், நிற ஜீன்களுடன் செல்கின்றன.

கொம்புள்ள வெள்ளை மாடும் (Horned white), கொம்பற்ற சிவப்பு மாடும் (Hornless red) இணைந்து, கருத்தரிப்பதாகக் கொள்வோம். அவைகளின் அல்லீல்களை கொம்புள்ளதற்கு "h" ஜீன்கள் என்றும், கொம்பற்றதற்கு H என்றும், தோலின் வெள்ளைக்கு r என்றும், சிவப்பிற்கு R என்றும் கொள்வோம். அப்படியானால்,

பெற்றோர் (P) ... ... கொம்பற்ற சிவப்பு × கொம்புள்ள வெள்ளை.

1 ஆம் தலைமுறை. F_1 கொம்பற்ற கபிலை × கொம்பற்ற கபிலை.

2 ஆம் தலைமுறை F_2 6 : 3 : 3 : 2 : 1 : 1

மூன்று வகைத் தோல்களும், இரண்டு வகை கொம்புகளும் இருப்பதினால், மேற்கண்ட விகிதம் கிடைத்தது. மேற்கூறிய ஜீன்களுக்கு அடையாளங்கள் கொண்டு கட்டப்பலகை முறையில் விளக்கலாம். எவ்வாறெனில்,

பெற்றோர் RRHH X rrhh

சிவப்பு, கொம்பற்றது வெள்ளை, கொம்புள்ளது

F_1 RrHh X RrHh

(கொம்பற்ற இளஞ்சிவப்பு)

இனச் செல்கள் RH,Rh,rH,rh RH, Rh, rH, rh

	RH	Rh	rH	rh
RH	RRHH கொம்பற்ற சிவப்பு	RRHh கொம்பற்ற சிவப்பு	RrHH கொம்பற்ற இளஞ் சிவப்பு	RrHh கொம்பற்ற இளஞ் சிவப்பு
Rh	RRHh கொம்பற்ற சிவப்பு	RRhh கொம்புள்ள சிவப்பு	RrHh கொம்பற்ற இளஞ் சிவப்பு	Rrhh கொம்புள்ள இளஞ் சிவப்பு
rH	RrHH கொம்பற்ற இளஞ் சிவப்பு	RrHh கொம்பற்ற இளஞ் சிவப்பு	rrHH கொம்பற்ற வெள்ளை	rrHh கொம்பற்ற வெள்ளை
rh	RrHh கொம்பற்ற இளஞ்சிவப்பு	Rrhh கொம்புள்ள இளஞ் சிவப்பு	rrHh கொம்பற்ற வெள்ளை	rrhh கொம்புள்ள வெள்ளை

R = சிவப்புத் தோல் (Red)

r = வெள்ளைத் தோல் (White)

H = கொம்பற்ற நிலை (Hornless)

h = கொம்புள்ள நிலை (Horned)

$\frac{6}{16}$ = கொம்பற்ற கபிலை (Hornless Roan)

$\frac{3}{16}$ = கொம்பற்ற சிவப்பு (Hornless Red)

$\frac{3}{16}$ = கொம்பற்ற வெள்ளை (Hornless white)

$\frac{2}{16}$ = கொம்புள்ள கபிலை (Horned Roan)

$\frac{1}{16}$ = கொம்புள்ள சிவப்பு (Horned Red)

$\frac{1}{16}$ = கொம்புள்ள வெள்ளை (Horned White)

குறிப்பு: ஒரு சோடி அல்லீல்களில் (Hம்,hம்) ஒன்று மற்றொன்றிற்கு ஓங்கு ஜீனாகும் (Dominant) மற்றொரு சோடியில், (Rம், rம்)

ஒன்று மற்றொன்றிற்கு மேல் பூரணமாக மேலாட்சி கொள்ளாத ஓங்கு ஜீனுகும். (Incomplete dominance).

சில செடிகளில் (Snap dragon) பூக்களின் நிறத்தையும் இலையின் அமைப்பையும் எடுத்துக் கொண்டால், இரு சோடி அல்லீல்களும் பூரண ஓங்கு நிலையின்றி, இடையிலுள்ள ஓங்கு நிலை காணப்படுகிறது. (Incomplete dominance) சிவப்பும் வெள்ளையும் உள்ள இரு தாவரங்களை, மகரந்தச் சேர்க்கை செய்தால், 1-ம் தலை முறையில் (Fl) இளஞ்சிவப்பு பூக்கள் (Pink flowers) உண்டாகின்றன. அகன்ற இலைகள், குறுகிய இலைகள் கொண்ட செடிகளைச் சேர்க்கையில், 1-ம் தலை முறையில், இடைநிலை இலைகள் (Intermediate leaves) உண்டாகின்றன. சிவப்பு பூ (RR) அகன்ற இலை (BB) உள்ளவைகளை, வெள்ளைப் பூ (rr) குறுகிய இலைகள் (bb) கொண்ட செடிகளுடன் இணையச் செய்தால், (crossed) 1-ம் தலைமுறையில் (Fl) இளஞ் சிவப்பு (Pink) பூக்களும், இடைநிலை உருக்கொண்ட இலைகளும் கொண்ட செடிகள் முளைக்கின்றன. இக் கலப்பினத்தை (Hybrid) தற்கலப்பு (Interbred) செய்தால், 2-ம் தலை முறை 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1 என்ற விகிதத்தில் கிடைக்கின்றன. கீழ்க்கண்ட அடையாளங்களைக் கொண்டு, கட்டப் பலகை முறையில் செய்து பார்க்கலாம். Rம், rம் பூவின் நிறங்கள்; Bயும் bயும் இலை அமைப்புகள்.

RR = சிவப்பு (Red)
rr = வெள்ளை (White)
Rr = இளஞ் சிவப்பு (Pink)
BB = அகன்ற இலைகள் (Broad Leaves)
bb = குறுகிய இலைகள் (Narrow leaves)
Bb = இடைநிலை இலைகள் (Intermediate Leaves)

2. நான்கிற்கு குறைந்த தோற்ற வழியமைப்புகள்

ஒரு தனிக்கூறு (trait), ஒரு ஜோடிஜீன்களை நம்பி இல்லாமல், ஒரு சோடிக்கு மேல் நம்பியுள்ளதால், தோற்ற வழியமைப்புகள் குறைகின்றன.

எங்கும் காணும் (wild type) சுண்டெலியினுடைய தோலின் நிறம் அகவுட்டி (Agouti) ஆகும். சில கருப்பு நிறத்துடனும்; (Black) சில வெள்ளை (White) நிறத்துடனும் (Albino) காணப்படுகின்றன. அகவுட்டியை வெள்ளை நிறத்துடன் புணரச் செய்தால், 1ஆம் தலைமுறையில் எல்லாம் அகவுட்டியாகவும், அவைகளை

(கலப்பு) புணரச் செய்தால், 2-ம் தலைமுறையில் $\frac{9}{16}$ அகவுட்டியும், $\frac{3}{16}$ கறுப்பும், $\frac{4}{16}$ வெள்ளையும் கிடைக்கின்றன.

கீழ்க்கண்டவாறு இதனை விளக்கலாம்.

C என்ற ஜீன் ஒரு என்சைமை உண்டாக்குகிறது. இந்த என்சைமினால் குரோமோஜென் (Chromogen) ஆக்ஸிஜன் ஏற்றப்பட்டு நிறமுண்டாகிறது. குறிப்பிட்ட நிறம் ஏற்பட, மற்ற ஜீன்களின் சேர்க்கையும் முக்கியமாகிறது. அதனால், தோலின் நிறமானது (இது ஒரு தனிக்கூறு) ஒரு சோடி அல்லீலினால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. அதாவது C,C (என்சைம்கள் உண்டாதல் அல்லது என்சைம்கள் இல்லாதிருந்தால்) R, r (தோலின் உண்மை நிறத்திற்கு) நிறமுள்ள எல்லா எலிகளிலும் (எந்த நிறமாக இருந்தாலும்) நிறத்திற்காக குறைந்தது ஒரு ஓங்கு ஜீன் (C) இருக்க வேண்டும். எல்லா அல்பினோ (அல்லது) வெள்ளை (Albinos) எலிகளிலும் நிறத்திற்குள்ள அல்லீல்கள் ஹோமோசைகஸ் ஒடுங்கு அல்லீல்கள் ஆகும். (Homozygous and Recessive) (cc) அதனால்,

RRCC = அகவுட்டி (Agouti)
rrcc = வெள்ளை (Albino)
RrCc = கறுப்பு (Black)

இந்த அடையாளங்களைக் கொண்டு, கட்டப் பலகை முறையில் விளக்கலாம். 9 : 3 : 3 : 1 என்ற விகிதத்தின் திருந்திய நிலைக்குக் காரணம் இரு வகுப்புகளாகத் தோன்றினாலும், தோற்ற வழியமைப்பில் வேறுபட்டவைகள் அல்ல. ஒன்று cc (Homozygous and recessive for colour) இதனுள் Rr அல்லது rr, எது இருந்தாலும் இதனுடைய நிறம் வெள்ளைதான். ஆகவே ஒரு சோடி அல்லீல்கள் (cc) மற்றொரு சோடி அல்லீல்களுள்ள (Rr or RR) தோற்றத்தை மறைக்கிறது. (masks) இங்கு C என்ற ஜீன், R என்ற ஜீனுக்கும், r என்ற ஜீனுக்கும், மேலாட்சியாக (Epistatic) விளங்குகிறது. இதில் மேலாட்சி ஜீன் c, என்பது C என்ற ஜீனுக்கு ஒடுங்கி இருப்பதால், (recessive) இதற்கு ஒடுங்கிய மேலாட்சி (Recessive epistasis) என்று பெயர்.

ஓங்கிய மேலாட்சியை (Dominant Epistasis) நாய்களின் தோல் நிறத்தில் காணலாம். B-யும், b-யும் (நிற ஜீன்கள்) நிறத்திற்குரிய அல்லீல்கள் என்று கொண்டால் I, iகள் நிறத்துகள்களைக் கட்டுப்படுத்தும் அல்லீல்களாகும் (மறை ஜீன்கள் Inhibitor genes) நிறஜீன்கள் இருந்தாலும், நிறத்துகள்களின் உற்பத்தியை ஜீன்கள் தடுக்கின்றன.

இதனுல், BBII = வெள்ளை (White)
bbii = பழுப்பு (Brown)
BbIi = வெள்ளை (White)

இங்கு 9 : 3 : 3 : 1 என்ற விகிதம் 12 : 3 : 1 என்ருகிறது. ஓங்கும், ஒடுங்கும் மேலாட்சிகள் இரண்டும் ஒன்றிலேயே காண லாம். உதாரணமாக, கோழி வகைகளில், லெக்ஹார்ன் (Leghorn) என்பது வெள்ளையாகத் தோன்றும். இதில் C என்ற ஜீன் நிறத் திற்கு ஓங்கு நிலையில் இருந்தாலும், I என்ற ஜீன் ஓங்கிக் காண்ப தால், வெள்ளையாகவே இருக்கிறது. மற்றெரு வெள்ளை வகையில் (Silkywhite (or) Wyandotte) வெண்மைக்கு c என்ற ஒடுங்கிய ஜீன் இருப்பதால் (Cக்கு ஒடுங்கியது c) வெள்ளையாக இருக்கிறது. இந்த வகையில் நிறத்திற்குரிய C ஜீன் இருந்தாலும், குரோமோ ஜென்கள் (Chromogens) இல்லாதிருப்பதே காரணமாகும். ஆகவே

IICC = வெள்ளை (Wight leghorns)
iicc = வெள்ளை (White wyandotte or silky)
Ii, Cc= வெள்ளை (White)

இங்கு, எங்கெல்லாம் நிறஜீனும் (C) அதை மறைக்கும் மறை ஜீனும் (I) இருக்கின்றனவோ, அவையெல்லாம் வெள்ளையாக இருக்கும். இங்கு ஓங்கும் நிலை (Dominance) என்பதற்குப் பொருள் இல்லை. இங்கு 13 : 3 என்பது மாறியமைந்த விகித மாகும். இதில் 13 தோற்ற வழி அமைப்பு வெள்ளையாகவும், 3 நிற மற்ற நிறமாகவும் (Coloured) அதாவது iiCc அல்லது CCii காணப் படும். எந்த ஒரு ஜீன் மறைந்து காணப்படுகின்றதோ அதற்கு மறைலாட்சி ஜீன் (Hypostatic gene) என்று பெயர். இரு சோடி அல்லீல்களிலும், ஒவ்வொரு ஒடுங்கும் மேலாட்சி ஜீன்கள் (recessive epistasis gene) இருக்கும். ஆனுல், அதற்கு நிகர் ஒத்த ஒடுங்கு மேலாட்சி (Duplicate recessive epistasis) என்று பெயர். இதனுடைய மாறியமைந்த விகிதம் 9 : 7 ஆகும். P,p, R,r, என்ற இரு சோடி அல்லீல்கள் பூக்களின் நிறத்திற்கு குறிப்பிட்டால், Pயும், Rம் சேர்ந்து காணும்போது ஊதா நிறமையமும், (purple centres). மற்ற சேர்க்கையின்போது மஞ்சள் நிற மையமும் (Yellow centres) உண்டாகும். அதனுல்,

PPrr = மஞ்சள் மையம் (Yellow centres)
ppRR= மஞ்சள் மையம் (Yellow centres)
PpRr pprr = ஊதா மையங்கள் (Purple centres)

PPrr, ppRR செடிகளைச் சேர்க்கைக் கலவி செய்தால், PpRr என்ற ஊதா கலப்புயிரிகள் உண்டாகின்றன. இவைகளை சுய மகரந்தச் சேர்க்கை செய்தால், 2ஆம் தலை முறையில் $\frac{9}{16}$ ஊதாவும் $\frac{7}{16}$ மஞ்சள் மையமும் கொண்ட பூக்கள் கிடைக்கின்றன. இங்கு Pயானது Rக்கும் rக்கும் மேலாட்சியாகும்; இத்துடன் r ஆனது Pக்கும், pக்கும் மேலாட்சியாகும். (Epistatic)

மனிதர்களில், செவிடு ஊமை நிலை (Deaf mutism)கீழ்க்கண்டவாறு பரம்பரையாக வருகிறது.

இங்கு நிகர் ஒத்த ஓங்கிய மேலாட்சி (Duplicate dominant epistasis) நிகழ்கிறது. ஏனெனில், ஓங்கிய மேலாட்சி ஜீன் ஒவ்வொரு சோடி அல்லீலிலும் இருக்கிறது. இதில் ஒரு ஓங்கு ஜீன் இருந்தாலே போதும். உதாரணமாக கோழிகளின் முழங்காலில் இறகு உண்டாவதைக் கூறலாம்.

அதாவது,

FFSS = இறகுள்ள முழங்கால் (Feathered shank)
ffss = இறகற்றது (Unfeathered)
FfSs FfSs = இறகுள்ளது (Feathered)

இங்கு மாறியமைந்த விகிதம் 15 : 1 ஆகும்.

பன்றிகளிலும் இம்மாதிரியான நிகர் ஒத்த ஓங்கிய மேலாட்சி ஜீன்கள் காணப்படுகின்றன. மணல் நிறமானது (Sandy colour) R, S என்ற இரு சோடி அல்லீல்களால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது.

RRSS = மணல் நிறம் (Sandy colour)
rrSS = மணல் நிறம் (Sandy colour)
RrSs = சிவப்பு (Red)

இங்கு மாறியமைந்த விகிதம் 9 : 6 : 1 ஆகும்.

27 பல்கூட்டு அல்லீல்கள் இரத்த வகுப்புகள்

Multiple Alleles—Blood Groups

மெண்டலின் கொள்கைப்படி ஒரு குறிப்பிட்ட லோகசில் இரு வகை ஜீன்கள் காணப்படும். ஒன்று மியூட்டண்ட் ஜீன் (Mutant gene) மற்றொன்று நார்மல் ஜீன் (Normal gene) ஆகும். உதாரணமாக பட்டாணியில் காணும் வெள்ளைப் பூக்களையும் அதனுடைய நார்மலான சிகப்புப் பூக்களையும் கூறலாம். இரட்டை எண் செல் லாக (Diploid cell) இருந்தால் ஒவ்வொரு வகைக்கும் இரு குரோமோசோம்கள் தான் இருக்கும். ஆகையால் ஒரு குறிப்பிட்ட லோகசில் இரு ஜீன்களுக்கு மேல் இருக்க முடியாது. ஒரு நபருக்கு மேல் அதிகம் என்று எடுத்துக்கொண்டால் அந்த லோகசில் இரு வகை ஜீன்களுக்கு மேல் அதிகமாக இருக்கும். மூன்று அல்லது அதற்கு மேல் ஜீன் வகைகள் ஒரே லோகசில் அமையப் பெற்றால் அவற்றை பல்கூட்டு அல்லீல்கள் என்று கூறுகிறோம். இதற்கு எடுத்துக்காட்டாக மனித இரத்த வகுப்புகளைக் கூறலாம். ABO. Rh போன்ற வகுப்புகள் இருக்கின்றன.

(1) · ABO வகுப்புகள் : (ABO Blood groups)

விபத்துகளில் இரத்தம் வீணாகும்போது மனிதர்கள் உயிரிழக்க நேரிடுகிறது. அந்நேரத்தில் புது இரத்தம் ஏற்றும்போது மருத்துவர் களின் முயற்சி சில சமயங்களில் வெற்றியளிப்பதில்லை. ஏனெனில் உடலில் செயல் எதிர்ச் செயல்கள் (Incompatibility) ஏற்பட்டு மனிதன் இறக்க நேரிடுவதேயாகும். 1900ஆம் ஆண்டு கார்ல் லாண்ட் ஸ்டீனர் (Karl Landsteiner) என்பவர் இதற்குரிய காரணத்தைக் கண்டறிந்தார். இது மாதிரியான உயிரிழப்பிற்குக் காரணம் உடலில் தடைக்காப்புறுதி (Immune response) பெறாமல் போனதேயாகும்.

ஒவ்வொரு நுண்ணுயிரியும் (கிருமிகள்) பல்வேறு ஆண்டி ஜென்கள் (Antigen) என்ற பெரிய மூலக்கூறுகளைப் பெற்றுள்ளன, குறிப்பிட்ட ஆண்டிஜென் உடலினுள் நுழைந்தால் புரத ஆண்டி பாடிகளை வெள்ளை அணுக்கள் உற்பத்தி செய்யத் தூண்டுகின்றன. அந்த ஆண்டிபாடிகள் (Antibody) ஆண்டிஜென்களை நீரானமாக்கி (neutralise) அந்நுண்ணியிரிகளை அழித்துவிடுகின்றன. இந் நிகழ்ச்சி பல வகைகளில் நடைபெறுவதுண்டு. ஆண்டிபாடி களை அவைகளுடன் ஒட்டிக் கொள்ளும்படி செய்தல் (அக்ளூட்டி

னேஷன்—Agglutination) அல்லது வெடிக்கும்படி செய்தல் [To burst (or) lyse] போன்ற வழிகளில் நிகழ்த்துகின்றன. உடலில் ஆண்டிஜென்களை எதிர்த்து ஆண்டிபாடிகள் உண்டாவதற்கு தடைக் காப்புறுதி (Immune response) பெறுதல் என்று பெயர்.

உடலில் எந்தவித புறப்பொருள் (Foreign body) நுழைய நேர்ந்தாலும் அவைகளை எதிர்த்து இவைகள் செயல் புரிகின்றன. ஒருவருடைய இரத்தம் மற்றவருக்கு ஏற்றும்போது ஒத்த வகையாக இல்லாவிட்டால் (Not compatible) அளிப்பவரின் சிவப்பு இரத்த அணுக்கள் (Red blood corpuscles) ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொள்கின்றன (Agglutination). இதனுல் இரத்த ஓட்டம் பாதிக்கப்பட்டு அவர் இறக்க நேரிடுகிறது. அவ்வணுக்களில் காணப்படும் அக்ளூடிஞேஜன் என்ற ஆண்டிஜென் பொருள்கள் பெறுபவரின் பிளாஸ்மாவில் உள்ள ஆண்டிபாடிகளுடன் பொறுந்தி விடுவதால் ஒட்டிக் கொள்கின்றன (Clumping). மனிதரில் காணப்படும் சாதாரணமான தடைக்காப்புறுதி இரத்தம் பெறுபவரிடம் நிகழாது. அளிப்பவரின் இரத்தத்தை எதிர்த்து ஆண்டிபாடிகள் உண்டாவதில்லை. இவைகள் எந்நேரத்திலும் காணப்படுவதுடன் அளிப்பவரின் இரத்தத்தில் அதற்கேற்ற ஆண்டிஜென்கள் இருந்தால் இரத்த ஒட்டு நிகழ்கிறது. தேவைப்பட்ட இரத்த செல் ஆண்டிஜென்களுக்கு ஏற்ப ஒவ்வொருவரிடத்திலும் ஆண்டிபாடிகள் காணப்படுகின்றன. ஏன்? இதற்கு பதில் உறுதியாகக் கூறமுடியாது. உண்ணும் உணவு, உடலில் வாழும் பாக்டீரியா, உடலில் ஏற்றிக் கொள்ளும் ஊசிகள் மூலம் ஆண்டிஜென் பொருள்கள் உடலில் சேரவாய்ப்பிருந்திருக்கலாம். ஆண்டிபாடிகள் உண்டாகும் விதத்தைக் காண்போம்.

இரத்த சிவப்பு கார்ப்பசில்களில் A, B என்ற ஆண்டிஜென்கள் இருக்கின்றன. இரத்த வகுப்புகளை A என்றும், B என்றும், AB என்றும், O என்றும் பிரிக்கலாம். இவைகளில் முறையே ஆண்டிஜென் Aயும், ஆண்டிஜென் Bயும், ஆண்டிஜென் Aயும் Bயும், ஆண்டிஜென் Aயும், Bயும் இல்லாமலும், காணப்படும்.

நோயாளிகளுக்கு இரத்தம் ஏற்றும் போது அந்நோயாளியின் உடலில் ஒட்டிக்கொள்ளும் வகுப்பான RBC இருக்கக்கூடாது என்பது அடிப்படைத் தத்துவமாகும். தன் உடலில் உள்ள RBCக்கு எதிர்ப்பான ஆண்டிபாடிகள் உள்ள இரத்தம் அவருக்கு ஏற்றினுல் விபத்து ஏதும் நிகழாது. ஏனெனில் அந்த ஆண்டிபாடிகள் தன்னுடைய பிளாஸ்மாவினுல் விரைவில் நீராளமாக்கப்

படுகின்றன. இதனாலேயே O வகுப்பு இரத்தத்தை " யாவருக்கும் கொடுப்பவர்" (Universal Donor) என்று கூறுவர். வாங்குபவரின் பிளாஸ்மா உட்செல்லும் ஆண்டிபாடிகளை விரைவில் நீராள மாக்குவதனால் O சிவப்பு செல்கள் ஒட்டிக் கொள்வதில்லை. அவ் வாறே AB வகுப்பு இரத்தத்தை " யாவரிடமிருந்தும் பெறுபவர்" (Universal recipient) என்று கூறுவர். ஏனெனில் RBCயில் ஒட்டிக் கொள்ள வைக்கும் ஆண்டிபாடிகள் இல்லாதிருப்பதே. (அட்டவணையைப் பார்க்க)

அட்டவணை 1

பெறுபவர் → / அளிப்பவர்	Oab	Ab	Ba	ABo
Oab	—	—	—	—
Ab	+	—	+	—
Ba	+	+	—	—
ABo	+	+	+	—

+ : ஒட்டிக்கொள்ளல்

— : ஒட்டிக்கொள்வதில்லை.

பெரிய எழுத்து : RBCயில் ஆண்டிஜென்கள் உண்டு.

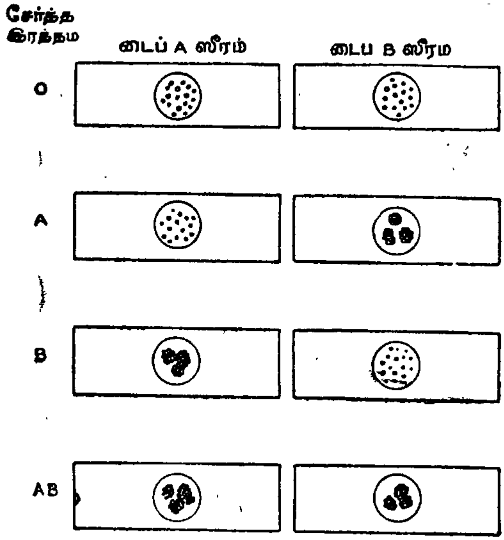
சிறிய எழுத்து : பிளாஸ்மாவில் ஆண்டிபாடிகள் உண்டு.

அட்டவணை 2 ABO மண்டலம்

இரத்த வகை	RBC-யில் ஆண்டி ஜென்கள்	பிளாஸ்மாவில் ஆண்டி பாடிகள்	அளிப்பவர்கள்	பெறுப வர்கள்
A	A	ஆண்டி B (b)	A, AB	O, A
B	B	ஆண்டி A (a)	B, AB	OB
AB	AB	இல்லை	AB	O, A, B AB
O	O	ஆண்டி A & ஆண்டி B (a, b)	O, A,B, AB	O

இரத்த வகையைக் கண்டறிதல்

மருத்துவர்கள் இரத்தம் ஏற்றும்போது சரியான வகுப்பையே கொடுக்கிறார்கள். சரியான இரத்த வகுப்பைக் கண்டறிய கண்ணாடி வில்லையில் A வகுப்பு சீரத்தையும் (b ஆண்டிபாடி உள்ளது), B வகுப்பு சீரத்தையும் (a ஆண்டிபாடி உள்ளது) தனித்தனி சொட்டுகளாக இடவேண்டும் 'ஒவ்வொரு' சொட்டிலும் O இரத்த வகுப்பை (A அல்லது B ஆண்டிஜென் அற்றது)



படம். 169
இரத்த வகையைக் கண்டறிதல்

சொட்டாக விட வேண்டும். இரண்டிலும் இரத்தம் உறையாது அல்லது ஒட்டாது (Agglutination-அக்ளுட்டினேஷன்) காணப்பட்டால் அது 'O' வகுப்பாகும். அவ்வாறே B வகுப்பு இரத்தத்தை இட்டால் A சீரத்துடன் ஒட்டிக் கொள்ளும். A வகுப்பு இரத்தத்தை இட்டால் B சீரத்துடன் ஒட்டிக் கொள்ளும். AB இரத்தத்தை இட்டால் இரண்டிலும் ஒட்டிக் கொள்ளும். இம் மாறுபாடுகளைக் கொண்டு முறையே O,A,B,AB, வகுப்புகளைக் கண்டு கொள்ளலாம். (படம் 169ஐ பார்க்க)

மியூட்டேஷன் அல்லது நிலையான சந்ததி திடீர் மாற்றங்கள் (Mutation)

பரம்பரையில் காணாத சில பண்புகள் திடீர் என்று தாவரங்களிலோ, விலங்கினங்களிலோ, தோன்றுவதற்கு வாய்ப்புண்டு என்று ஹுகோ டீ வ்ரிஸ் (Hugo De Vries—1901) முதன் முதலாகக் கூறினார். ஈனோத்தீரா லெமார்க்கியானா (Oeno thera lamarckiana) என்ற செடியில் சோதனைகள் செய்து அவர் அந்த முடிவிற்கு வந்தார். அபூர்வமாக நிகழக்கூடிய சில குறுக்கெதிர் மாற்றங்களினால் புதிய வகைகள் உண்டாகின்றன. அவ்வாறு நிகழும்போது ஜீன்களின் மாற்றங்களைவிட (Changes) குரோமோசோம்களுக்கிடையில் மாறியமைதல் (Translocation) தான் முக்கியம் என்று கூறினார். அவரே முதன் முதலாக நிலையான திடீர் மாற்றங்கள் என்ற தத்துவத்தை உணர்த்தியவராவார்.

தாமஸ் ஹண்ட் மார்கன் (Thomas Hunt Morgan 1910) என்பவர் பழப் பூச்சியில் உண்மையான மியூட்டேஷன்கள் பற்றி ஆராய்ந்தார். இப்பூச்சிகளில் சாதாரணமாக கண்களின் நிறம் சிவப்பாகும். இப்பூச்சிகளுக்கிடையே ஒரு வெள்ளை நிறக் கண்ணுடைய பூச்சியையும் கண்டார். இந்த வெள்ளை நிறக்கண் ஒரு மியூட்டண்ட் (திடீர்மாற்ற) வகையாகும். இதிலிருந்து தூய சேய்ப் பெருக்க முறையில் வெள்ளை நிற கண்ணுடைய பூச்சிகளை பரம்பரையாக உற்பத்தி செய்தார். இவ்வெள்ளை நிறம் ஒரு ஜீன் மியூட்டேஷனால் நிகழ்கிறது என்றும், அது ஒரு சாதாரண பூச்சியின் இனப்பெருக்க செல்லின் X-குரோமோசோமில் நிகழ்ந்தது என்றும் கூறினார். இது போன்ற பல நிலையான திடீர் மாற்றங்களும் இப்பூச்சியில் நிகழ்கின்றன என்றும் விளக்கினார். இப் புதிய கண்டுபிடிப்பு மேலும் பல மரபியல் ஆய்விற்கு வழி வகுத்தது.

மியூட்டேஷன் என்பதை எல்லாவித பரம்பரை மாற்றத்திற்கும் உபயோகப்படுத்துகிறார்கள். அப்படி இல்லாமல் பெற்றோர்களிடத்தில் அல்லது முன் சந்ததியினரிடத்தில் காணப்படாத திடீர் சந்ததிகளை மட்டும் இது குறிக்கின்றது. அம்மாற்றங்கள் பின் சந்ததிகளிலும் அழியாமல் வழி வழி

யாக வரவேண்டும். அம்மாதிரியான நிலையான திடீர்மாற்றங்களை மட்டும் அவ்வாறு குறிப்பிட வேண்டும். மியூட்டேஷனில் இரு வகை மியூட்டேஷன்கள் உண்டு.

(1) ஜீன் மியூட்டேஷன் (Gene Mutation) அல்லது பாயிண்ட் மியூட்டேஷன் (Point Mutation) என்பது ஜீன்களில் மாற்றங்களைக் குறிக்கிறது.

(2) குரோமோசோம் மியூட்டேஷன் (Chromosome Mutation) அல்லது குரோமோசோம் பிரட்சிகள் (Chromosomal alterations) என்பது குரோமோசோம்களின் பகுதி மாற்றங்களைக் குறிக்கிறது. (உ-ம்) ஒழிதல் (deletion), மாறி அமைதல் (Inversion) குரோமோசோம்களுக்கிடையே மாறி அமைதல் (Translocation), இரட்டித்தல் (Duplication) (முன் பாடத்தைப் பார்க்க)

ஜீன் மியூட்டேஷன்

(1) திடீரென்றுதான் ஜீன் மியூட்டேஷன் நிகழும்.

(2) மியூட்டேஷன் முறையில் உண்டாகிய ஜீன் பரம்பரையாகப் பரவுகிறது. சிலசமயங்களில் அபூர்வமாக பழையநிலைக்கே திரும்புவதுண்டு.

(3) ஜீன் மியூட்டேஷன் பரிணாமத்தில் முக்கிய பங்கு கொள்கிறது. புதுப்புது பண்புகளை உண்டுபண்ணுகிறது. அதனால் இயற்கைத் தேர்வு (Natural selection) நிகழ்வதற்கு எளிதாகிறது.

(4) டி. என். ஏ. மூலக்கூறு (D. N. A. Molecule) அடிப்படையில் சிறு மாற்றங்கள் அல்லது பிறிதொரு சேர்க்கைகள் நிகழ்ந்தால் ஜீன் மியூட்டேஷன்கள் உண்டாகின்றன.

(5) ஜீன் நிலையானது. டுரோசோஃபைலாவில் சராசரி 1 மிலியன் ஜீன்களுக்கு ஒன்றில் மியூட்டேஷன் நிகழ்வதாக ஹெச். ஜே. முல்லர் (H. J. Muller) கணக்கிட்டுள்ளார். இந் நிகழ்ச்சி அந்த ஜீன் இரட்டித்தலுக்குப்பின் நிகழ்வதொன்றாகும். பல மியூட்டேஷன்கள் கண்ணுக்குத் தெரியுமாறு நிகழ்வதில்லை. மேலும் டுரோசோஃபைலாவில் நான்கு சோடி குரோமோசோம்கள் தான் இருக்கின்றன. இதனால் ஒவ்வொரு 20 இனச் செல்களுக்கு ஒரு மியூட்டேஷன் நிகழ்வதாகக் கருதலாம். இருப்பினும் எல்லா ஜீன்களும் சம நிகழ் வெண்களில் நிலையான திடீர் மாற்றங்களை உண்டுபண்ணுவதில்லை.

(6) உஷ்ண நிலையும், வயதும் மியூட்டேஷனின் நிகழ் வெண்ணைப் பாதிக்கும்.

(7) மியூட்டேஷன்கள் கண்டு கொள்ள முடியாத அளவிற்கு உடற் செயலியல் மாற்றங்களைப்புரிகின்றன. உதாரணமாக கருகட்டுத் தன்மையைக் (Fertility) கூறலாம். மியூட்டேஷன்கள் பெரும்பாலும் கொல்லக்கூடியவைகளே (lethal) தீமை விளைவிப்பவைகளுக்கு உதாரணமாக வெளிறல் (Albinism) கண் நோய் (Aniridia) அல்காப்டினூரியா (Alkaptonuria) மந்தபுத்தி (Amourotic idiocy) போன்றவைகளைக் கூறலாம்.

(8) ஓர் உயிரி திறமையுள்ளதாக (efficient) இருக்கலாமே ஒழிய பூரணமாக (Perfect) இருப்பதில்லை. உயிரிகளின் கட்டுப்பாட்டு இயக்கத்தில், மாற்றங்களை தன்னிச்சையாக நிகழ்த்துவதை மியூட்டேஷன்கள் என்கிறோம். அது பயனுள்ளதாகவோ, அல்லது அல்லாமலோ இருக்கலாம். ஒரு சில பயனுள்ள மாற்றங்கள் பரிணாம முன்னேற்றத்திற்கு போதுமானதாகும். திறமையற்ற மியூட்டேஷன்கள், தேர்வு (Selection) மூலம் நீக்கப்பட்டு விடுகின்றன. பயனுள்ள மியூட்டேஷன்களே தங்கி நிற்கின்றன.

(9) சில வரையறையான நிலையில் மட்டும், இனங்கள் (Species) வாழ்வதற்கு மியூட்டேஷன்கள் நிகழ வேண்டியதில்லை. ஆனால் மற்ற சூழ்நிலைகளிலும் இந்நிகழ்ச்சி தேவைப்படுகிறது.

(10) இனச் செல்களிலும் (Germ cells) உடற் செல்களிலும் (Somatic cells) மியூட்டேஷன்கள் நிகழ்வதுண்டு. புற்று நோயை உடற் செல்களில் நிகழும் மியூட்டேஷன் நிகழ்ச்சிக்கு குறிப்பிடலாம்.

தூண்டப்பட்ட திடீர்மாற்றங்கள் (Induced Mutations)

சேய்ப் பெருக்க முறையில் தாவரங்களையும், விலங்குகளையும் வளர்ப்பவர்களுக்கு (Breeder) மியூட்டேஷன்கள் மிகவும் பயன்படுகின்றன. இம்முறையில் நல்ல சாதி விலங்கோ, தாவர வகையோ இருந்தால் விருத்தி செய்யவும் தேக்கி வைக்கவும் (Stock) இவைகள் பயன்படுகின்றன. அவ்வாறே மரபியல் சோதனையாளர்களுக்கு இவைகள் பல மாற்றங்களை அறிந்து கொள்ளப்பயன்படுகிறது.

முதன்முதலாக ஹெச்.ஜெ.முல்லர்தான் டுரோசோஃபைலாவில் X அயனக்கதிர்களைப் பயன்படுத்தி மாற்றங்களைக் கண்டறிந்தார். மியூட்டேஷன் வீதத்தை துரிதப்படுத்தி விளைவுகளைப் பார்த்தார். அக்காலம் தொட்டே X அயனக்கதிர்களைக் கொண்டு தூண்டப்பட்ட நிலையான திடீர் மாற்றங்களை ஒரு நிலைப்படுத்தினர். 1946 ஆம்ஆண்டு முல்லருக்கு இதற்காக நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டது. அதிக சக்தி வாய்ந்த பிறஅயனக் கதிர்கள் கொண்டு திடீர்மாற்றக் குணங்களைக் கண்டறிந்தனர். அவ்வாறு பார்க்கும் போது வேதியியல் முறை இயக்கஐசோடோப் (Radio active isotope) சக்திகள்

மியூட்டேஷன் வீதத்தை அதிகமாக்குகிறது. புற ஊதாக்கதிர்கள் (அல்ட்ரா வயலட் கதிர்கள்—Ultra-violet rays) உஷ்ணம் (Heat) வேதியியல் தூண்டிகள் (Chemical agents) அதாவது நைட்ரஸ் அமிலம், பார்மால்டிஹைட், ஈத்தைல் குளோரைட், புரோமோ யூராசில், கேஃபின், தியோபுரோமின் போன்றவைகள் மியூட்டேஷன் தூண்டிகளாகப் பயன்படுகின்றன.

அயனக்கதிர்கள் குரோமோசோம் பிரட்சிகளைத் (Chormosomal aberrations) தூண்டுகின்றன. ஓர் இடத்தில் பிரட்சி ஏற்பட்டால் உயிரைக் கொல்லுமளவிற்கு பாதிப்பு ஏற்படும். இப்பிரசிட்கள் தோற்றவழி பாதிப்பை உண்டாக்குவதுமுண்டு. அப்படியானால் இது நிகழ்ந்த பின், முதல் தலைமுறையில் பார்த்து அறியுமளவிற்கு தோன்றுவதுண்டு. ஆனால் ஜீன் மியூட்டேஷன்கள் ஒடுங்கிய நிலையிலேயே வருவதால் அவைகளைகண்டறிய முடியாது. குரோமோசோம் பிரட்சிகளினால் மலட்டுத்தன்மை (Sterility) உண்டாகிவிடுகிறது. அயனக்கதிர்கள் மேலே படும்படியான நிலையில் உள்ளவர்களுக்கு இத் தன்மை அதிகம் ஏற்படும். ஜீன் மியூட்டேஷன் நிகழ்ந்தாலும், இத்தன்மை நிகழ வாய்ப்புண்டு. ஹீரோஷிமா (Hiroshima) நகரில் அதிகம் அயன கதிர்கள் தாக்கியதால் அங்குள்ள மக்களுக்கு பல ஆண்டுகளாக பிள்ளைப்பேறு இல்லாமலேயே போய்விட்டது தெரிந்ததே!

அதிக அளவு (அதாவது கொல்லுமளவிற்கு குறைவாக) அயனக்கதிர்கள் தாக்கினால் உடலின் சில பாகங்கள் (மற்றப்பாகங்களை விட) மட்டும் பாதிக்கப்படுவதுண்டு. இதனால் உடல்தோல் சிவப்பாவதுடன் சிவப்பு இரத்தணுக்கள் குறைவினால் இரத்த சோகை (anaemia) உண்டாகும். மிகத் துரிதமாக பிரிந்துவளரும் செல்கள் அயனக் கதிர்களின் தாக்குதலுக்கு எளிதில் ஆளாகின்றன.

திடீரென்று நிகழும் ஜீன் மியூட்டேஷனுக்குக் காரணம்

இயற்கையாக பாறைகளிலிருந்து கிளம்பும் அயனக் கதிர்கள் உண்ணும் உணவு, நீர், வாயு போன்றவைகளிலிருந்து வரும் சில கதிர்கள், தாதுப் பொருள்கள் கரியமிலவாயு போன்றவைகளில் காணும் கதிர்கள் இயற்கையாக நிகழும் மரபியல் மாற்றங்களுக்குக் காரணமாகும். மற்ற சக்திகளும் இம் மாற்றங்களுக்குத் துணைபுரிகின்றன. மூலக்கூறுகளின் உள்ளே சக்திகளில் மாறுபாடுகள் ஏற்படுவதுண்டு. அம்மாதிரியான சக்திகள் டி.என்.ஏ.யின் ஓர் இணைவில் ஒருங்குசேர நேருகின்றன. அதனால் அங்கே முறிவு ஏற்பட்டு திரும்பவும் சரிபடுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது. இதற்கே மியூட்டேஷன் என்று பெயர். இளம் பெற்றோர்களைவிட வயதானவர்களே அதிக அளவு மியூட்டேஷன்களை தங்கள் பரம்பரைக்கு அளிக்கின்றனர்.

28 பால் நிர்ணயம்

(Sex Determination)

பிறக்கப் போகின்ற குழந்தையின் பால் எப்படி நிர்ணயிக்கப் படுகிறது என்று பல நூற்றூண்டுகளாக மனிதனுக்குத் தெரியாமல் இருந்தது. இந்த நூற்றூண்டில், பால் நிர்ணயம் பற்றிய அறிவு அதிகமாக வளர்ந்துள்ளது.

1890-ம் ஆண்டு இறுதியில், பல உயிரினங்களின் செல்களில் உள்ள குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையை விஞ்ஞானிகள் கண்டறிய முற்பட்டனர். எல்லா பால்முறை இனப் பெருக்கம் செய்யும் உயிரிகளிலும், இரட்டை எண்ணிக்கையில் குரோமோ. சோம்கள் இருந்தன (இதற்கு 2N என்று சொல்லலாம்). சில பூச்சி களில் மட்டும், இப்படி இரட்டையாக இருந்த குரோமோசோம் களைத் தவிர தனியாக ஓர் ஒற்றை குரோமோசோம் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. குறிப்பாக இது ஆண் பூச்சிகளில் மட்டுமே இருந்தது. இந்த ஒற்றை குரோமோசோமுக்கு X குரோ மோசோம் எனப் பெயரிடப்பட்டது. மற்ற குரோமோசோம்களுக்கு ஆட்டோசோம்கள்(autosomes)எனப்பெயரிட்டனர். இதன் பிறகு இந்த அதிகப்படியான X குரோமோசோமுக்கும், பால் நிர்ணயத் திற்கும் சம்பந்தம் உண்டு என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

விலங்குலகத்தில், குறைந்தது ஐந்து வகைகளிலே பால் நிர்ணயம் நடக்கிறது என்று இன்று நாம் அறிகிறோம். அவை (1) ஒற்றை-இரட்டை வகை (2) XO வகை (3) XY வகை (4) WZ வகை (5) குரோமோசோம்களில்லாத வகை எனப்படும்.

1. ஒற்றை இரட்டை வகை (Haploid-Diploid type)

பால் முறை இனப்பெருக்கம் செய்யும் உயிரிகளில், இனச் செல்கள் உண்டாகும்போது குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கை யானது, தாய்ச் செல்லின் அளவில் பாதியாக குறைகிறது (அதாவது இரட்டை எண்ணிக்கை கொண்ட செல் ஒற்றை எண்ணிக்கை கொண்ட இனச் செல்களை உண்டாக்குகின்றன). கருவுறல் ஏற்படும்போது இரண்டு இனச்செல்கள் சேர்ந்து மறுபடி இரட்டை நிலையை அடைகிறது. தேனீ, மற்றும் எறும்புகள், குளவிகள் போன்ற உயிரிகளில் கருவுறல் ஏற்பட்டு இரட்டை எண்ணிக்கை கொண்ட செல்கள் பெண் பூச்சிகளாக வளரு கின்றன. அண்டச்செல், கருவுருமல் இருந்துவிட்டால் அது ஆண் பூச்சியாக வளருகிறது. இதனால் ஆண் பூச்சிகள்

ஒற்றை எண்ணிக்கையுடையனவாகவும் (haploid) பெண்பூச்சிகள் இரட்டை எண்ணிக்கையுடையனவாகவும் (diploid) இருக்கின்றன. ஆண் பூச்சிகள், மறைமுக செல் பிரிதல் (Mitosis) மூலமாக இனச் செல்களை உண்டு பண்ணுகின்றன. ஆக ஆண் இனச் செல்கள் ஒற்றைப்படை எண்ணிக்கை உள்ளவை (haploid) பெண்பூச்சிகள் குன்றல் பிரிவு (Meiosis) மூலம் அண்டச் செல்களை உற்பத்தி செய்கின்றன. ஆக அவையும் ஒற்றைப்படை செல்களே.

2. X.O வகை (X O type)

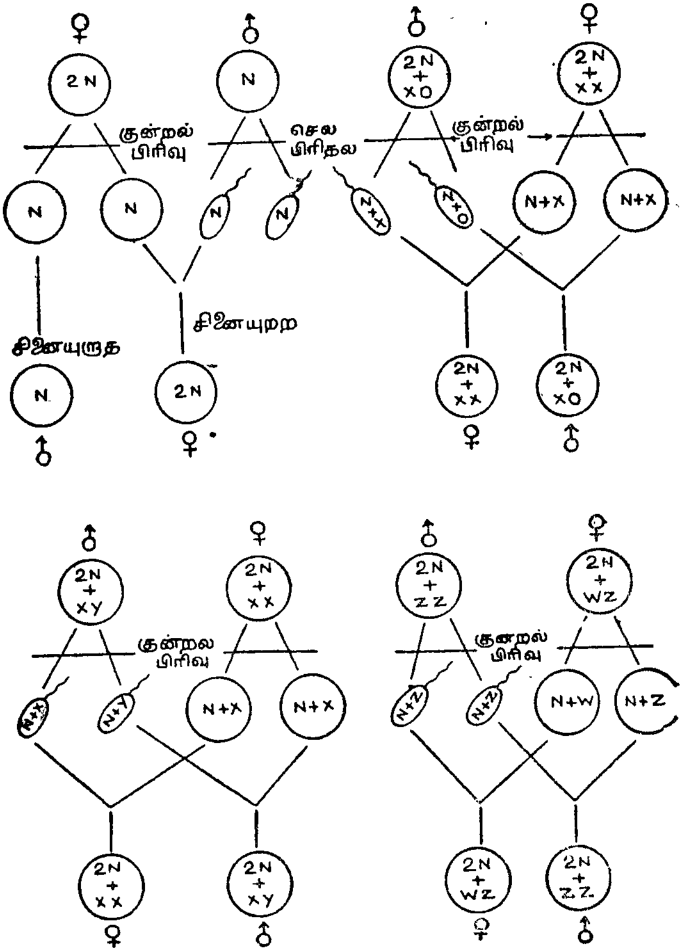
வெட்டுக்கிளிகளிலும், இன்னும் சில பூச்சிகளிலும் மற்றொரு வகை இருக்கிறது. ஆண் பூச்சிகளில் ஆட்டோசோம்கள் இரட்டை எண்ணிக்கையில் உள்ளன. அதனுடன் ஒரே ஒரு X குரோமோசோமும் இருக்கிறது. பெண் பூச்சிகளில் ஆட்டோசோம்கள் இரட்டை எண்ணிக்கையிலும், இரண்டு X குரோமோசோம்களும் உள்ளன. பெண்பூச்சி இனச்செல் உற்பத்தி செய்யும் போது அவைகளில் ஓர் ஒற்றைப்படை ஆட்டோசோம்களும் ஒரு X குரோமோசோமும் இருக்கின்றன. ஆனல் ஆண் பூச்சிகளில் இரண்டுவித இனச்செல்கள் உண்டாகின்றன. ஒன்றில் ஒற்றைப் படை ஆட்டோசோம்கள் மட்டுமே இருக்கின்றன. மற்றொரு வகையில் ஆட்டோசோம்களுடன் ஒரு X குரோமோசோமும் உள்ளது.

கருவுறல் ஏற்படும்போது இரண்டுவகை கரு உண்டாகின்றன. ஒன்றில் ஒரு X குரோமோசோமும் மற்றொரு வகையில் இரண்டு X குரோமோசோம்களும் இருக்கும். இரண்டு X குரோமோசோம்கள் இருப்பது பெண்ணுகவும், ஒரு X குரோமோ சோம் இருப்பது ஆணுகவும் வளர்கிறது.

3. XY வகை (XY type)

டுரோஸோபிலா (Drosophila) என்ற பூச்சி, மனிதன், மற்றும் சில பாலூட்டிகளில், ஆணின் உடற் செல்களில் இரட்டை எண்ணிக்கைகளில் ஆட்டோசோம்களும் ஒரு x குரோமோசோமும், ஒரு y குரோமோசோமும் இருக்கின்றன. இந்த y குரோமோசோம் x குரோமோசோமைவிட மாறுபட்டு, வெகு சில மரபணுக்களே கொண்டிருக்கும். இனச் செல் உற்பத்தியின் போது, ஆண் இரண்டு வகை விந்துச் செல்களை உண்டாக்குகிறது. ஒரு வகை விந்துச் செல்லில் x குரோமோசோமும் மற்றொரு வகையில் y குரோமோசோமும் இருக்கும். ஆனல் பெண்ணின் உடலில் உள்ள செல்களில் ஆட்டோசோம்கள் இரட்டை எண்ணிக்கையில் இருப்பது போல் X குரோமோசோம்களும் இரண்டு உள்ளது.

ஆகவே இது உண்டாக்கும் அண்டச் செல்கள் எல்லா வற்றிலும், ஓர் ஒற்றைப்படை ஆட்டோசோம்களும் ஒரு X குரோமோசோமும் இருக்கும். எல்லா அண்டச் செல்களும் ஒரே மாதிரி



படம். 171
பால் நிர்ணயம்

யாக இருக்கும். அண்டச்செல்லை, எந்த வகை விந்துச்செல் (X உள்ளதா அல்லது Y உள்ளதா) கருவுறச் செய்கிறதோ அதைப்

பொறுத்து கருவின் பால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. X உள்ள விந்து கருவுறல் செய்தால் கரு இரண்டு X குரோமோசோம்களைக் கொண்டு பெண்ணாகவும், Y உள்ள விந்து கருவுறல் செய்தால், கரு ஒரு X ஒரு Y குரோமோசோம்களை கொண்டு, ஆணாகவும் வளரும்.

4. WZ வகை (WZ type)

மேலே சொன்ன முறைக்கு நேர் எதிரிடையானது இது. பெண்ணானது இரண்டு வகை அண்டச்செல்களையும், ஆண் ஒரே விதமான விந்துச் செல்களையும் உண்டாக்குகின்றன. பெண் உடலில் ஆட்டோசோம்களைத் தவிர Z என்றும் W என்றும் இரண்டு பால் குரோமோசோம்கள் இருப்பதாகக் கொண்டு, ஒரு வகை அண்டச்செல்லில் Zம் மற்றொரு வகையில் Wவும் அமைந்திருக்கும். ஆணில் இரண்டு Z குரோமோசோம்கள் இருப்பதால் எல்லா விந்து செல்களிலும் ஒரு Z குரோமோசோம் இருக்கும். கருவுறலில் Z W சேர்ந்து அமைந்தால் அது பெண்ணாகவும், இரண்டு Z சேர்ந்து அமைந்தால் அது ஆணாகவும் வளருகிறது. இவ்வகை பால் நிர்ணயம் பறவைகள் வண்ணத்துப் பூச்சிகள் ஆகியவைகளில் காணலாம்.

5. குரோமோசோம்களல்லாத வகை (Non Chromosomal type)

சில விலங்கினங்களில், பால் நிர்ணயம், குரோமோசோம்களைப் பொறுத்து அமைவதில்லை. சூழ்நிலையும், உடற் செயலிலும் பாலை நிர்ணயிக்கின்றன. சில மெல்லுடலிகள் (Molluscs) ஆணாக இருந்துவிட்டு வயதானவுடன் பெண்ணாக மாறிவிடுகின்றன. போனல்லியா (Bonellia) என்ற கடற்புழு ஒரு விசித்திரமான பால் நிர்ணய வகையைக் கொண்டது. இதில் பெண் புழு பெரிய உடலுடன், ஒரு நீண்ட முன் பாகமும் (Proboscis) கொண்டிருக்கும். ஆண் மிகச் சிறிய உடலுடன், பெண்ணின் இனப்புழையிலேயே(Genital duct) வசிக்கும். கருவானது தனித்து அமர்ந்தால் வளர்ந்து பெண்ணாகவும், பெண் புழுவின் உடலில் பட்டுவிட்டால் ஆணாகவும் வளர்கிறது. இதற்குக் காரணம் பெண் உடலில் உண்டாகும் ஹார்மோன்கள் என்று கருதப்படுகிறது.

முதல் நோக்கில், பால் குரோமோசோம்கள், பால் நிர்ணயித்தலில் முக்கிய பங்கு கொண்டவை போல தோன்றினும் உண்மை அது மட்டுமல்ல என்று பின் நடந்த ஆராய்ச்சிகளின் மூலம் தெரிய வருகிறது. உடலின் ஆட்டோசோம்களின் எண்ணிக்கைக்கும், பால் குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கைக்கும் உள்ள விகிதமே பாலை நிர்ணயிக்கிறது எனக் கண்டிருக்கின்றனர்.

29 சேய்ப் பெருக்கமும், தேர்வும்

(Breeding and Selection)

நாகரீக வளர்ச்சிக்குப்பின், மனிதன் தாவரங்களைப் பயிரிட்டும்-ஆடு, மாடுகளை வளர்த்தும், பராமரித்தும் வந்திருக்கிறான். வியாபார நோக்குடன், தேர்வு முறையில் நல்ல வகைகளையும், வளர்த்து உள்ளான். மரபியல் கொள்கைகளையும் பயன்படுத்தி நல்ல முன்னேற்றமும் கண்டுள்ளான்.

தற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கம் (Inbreeding), அயற் கலப்புச் சேய்ப் பெருக்கம் (Out breeding) என்ற இரு முறைகளை சேய்ப் பெருக்கத்திற்கு கையாளுகிறார்கள். மிக நெருங்கிய உறவு கொண்ட நபர்களின் கலப்பிற்கு, தற்கலப்புச் சேய்ப்பெருக்கம் என்றும், முழுமையாக உறவற்ற சந்ததி அல்லது இனக் கூறுக ளுடன் (Strain) கலவி செய்ததற்கு அயற் கலப்புச் சேய்ப் பெருக்கம் என்றும் பெயர்.

தற்கலப்புச் சேய்ப் பெருக்கம்

பொதுவாக, தற்கலப்புச் சேய்ப் பெருக்க முறை கெடுதல் செய்வதாகக் கருதுகிறார்கள். ஆனால், எப்போதும் கெடுதல் அளிப்பதில்லை; கெட்ட பண்புகளையும் உண்டாக்குவதில்லை. கீழ் நிலை உயிரிகளில், தற்கலப்புக் கருதரித்தல் அல்லது சுய கருத்தரித் தல் இம் முறைக்கு மிக நெருங்கியதொன்றாகும். இருபால் பிராணி களிலும், (Hermaphrodite) இம்முறை சாத்தியமாகும். சில தாவரங்கள் தற்கலப்புக் கருதரித்தலைத் தவிர்க்கின்றன. அதற்காகவே, விந்துகளும், முட்டைகளும், வெவ்வேறு காலங்களில் முதிர்கின்றன அல்லது அயற்கலப்பிற்கென்று சில தனி வழி முறைகளைக் கையாளுகின்றன. பட்டாணி, அவரை, போன்ற சில தாவரங்கள் வழிவழியாக தற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்க முறை யையே கடைப்பிடித்தாலும் அவைகளின் வீரியம் குறைவதில்லை. குதிரைகளிலும், நாய்களிலும், மிக நல்ல சந்ததிகள் யாவையும் நெருங்கிய உறவினர் வகைகளிலிருந்தே பெருக்குகின்றனர். ஆகவே, தற்கலப்பு முறையானது எப்போதும் கெடுதல் செய்வ தல்ல.

தற்கலப்பு சேய்ப் பெருக்கத்திற்கு மரபியல் விளக்கம்

இரத்தக்கலப்புள்ள உறவினர்கள் மணம் செய்து கொண்டால், குறையுடைய மக்களைப் பெறுவார்கள் என்பது பலரும் கண்ட உண்மை. இது ஒரு தற்கலப்பு முறையே. இதை மரபியல் முறையில் விளக்கலாம். கெடுதல் விளைவுக்கும் பல ஜீன்கள் ஒடுங்கு வகைகளே. ஒருவர் ஒவ்வா பாலணுக்களிணைவு ஹெடீரோசைகஸ் (கலப்புயிரி) ஆக இருந்தால், அதாவது $\left(\frac{i}{+}\right)$ அவ்வகை, பெற்றோர்களிலிருந்து, மெண்டலின் விதிப்படி, ஒரு நார்மல் $\left(\frac{+}{+}\right)$, இரு கலப்புயிரிகள் $\left(\frac{i}{+}\right)$. ஒரு இரட்டை ஒடுங்கு வகை $\left(\frac{i}{i}\right)$ வழி வருகின்றன. ஆகவே கெடுதலோ, நல்லதோ, விளைவிக்கக்கூடிய ஜீன்கள் இருந்தாலும், பெற்றோர்கள் கலப்புயிரிகளாக இருந்தால் தான், அவைகளில் இரட்டை ஒடுங்கு பண்புகள் வெளித் தெரியும். பெற்றோர்கள் நெருங்கிய உறவினர்களாக இருந்தாலும், இவ்வுண்மை இருசாராருக்கும் பொருந்தும். அண்ணன், தங்கை திருமணம் மிக நெருங்கிய தற்கலப்பாகும். இதில், இருவரும் கலப்புயிரியாக இருப்பதற்கு வாய்ப்புகள் அதிகம் உண்டு. அதனால் இரட்டை ஒடுங்கு ஜீன்கள் சந்ததியில் தோன்றுவது மிக எளிதாகும்.

ஆகவே, தற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கம், ஹோமோசைகாட்டியை ஊக்குவிக்கிறது; கலப்புயிரிகளை வெளிக் கடத்துகிறது. இவ்வாறு நிகழ்வதால், தூயசந்ததிகள் (Pure lines) உண்டாகின்றன. உதாரணமாக, அந்திமந்தாரைச் செடியின் (4'O' Clock plant) இனத்தொகை (Population) 800 (கலப்புயிரிகள்) இருப்பதாகக் கொள்வோம். ஒரு செடி, ஒரு சந்ததிச் செடியை தான் வளரச் செய்வதாகவும் கொள்வோம். அப்படியானால், செடிகளின் எண்ணிக்கை மாறாமல் இருக்கும் (Constant). அவ்வாறான ஒரு தொகையில், 2-ம் தலைமுறை 200 சிவப்பு, 400 இளஞ்சிவப்பு, 200 வெள்ளை பூக்களைக் கொடுக்கின்றன. (1 : 2 : 1) இவைகளின் மொத்த எண்ணிக்கையில், 50% கலப்புயிரிகளாகும். 3-ஆம் தலைமுறையில் 200 சிவப்பு தூயசந்ததிகளும், 200 வெள்ளை தூய சந்ததிகளும், 400 கலப்புயிரிகளுமாகும், இந்த 400 கலப்புயிரிகளின் தற்கலப்புசேர்க்கை மூலம் 100 சிவப்பும், 100 வெள்ளையும், 200 இளஞ்சிவப்பும் கிடைக்கின்றன. இம்மாதிரி முறையினால், கலப்புயிரிகளின் சதவிகிதம் 25% ஆகக் குறைகிறது. முடிவுகளின் சுருக்கத்தை கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் காண்க.

இனக் கூட்டத்தின் சேர்க்கை அமைப்பு

தலை முறைகள்	சிவப்புகள்	இளஞ் சிவப்புகள்	வெள்ளைகள்	கலப்புயிர்கள்	
	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{i}$	$\frac{i}{i}$	எண்ணிக்கை	சதவிகிதம்
F_1		800		800	100%
F_2	200	400	200	400	50%
F_3	200		200		
	100	200	100	200	25%

வெவ்வேறு தற்கலப்பு சேய்ப் பெருக்க முறையில், ஒத்த பாலணுக்கள் இணைவு அல்லது ஹோமோசைகாஸிஸ் (Hemozygosis) விகிதத்தை, ஒவ்வா பாலணுக்கள் இணைவு அல்லது ஹெட்டிரோசைகாஸிஸ் (Heterozygosis) விகிதத்துடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கப்பட்டிருக்கிறது. 50% ஹெட்டிரோசைகாஸிஸ் ஜீன்கள் உள்ள மக்கட் தொகையில், தற்கலப்பு முறையினால், 8 சந்ததிகளில் ஹோமோசைகாஸிஸ் நிலையை அடைய முடியும் அவ்வாறே, அண்ணன்—தங்கை அல்லது பெற்றோர்—பிள்ளை கலவிமுறையில், 16 சந்ததிகளில், ஹோமோசைகாஸிஸ் நிலையை அடையமுடியும். பெற்றோரின் நேர் உடன் பிறந்தார்களை விட (First Cousins) எட்டிய உறவினர்களுடன் திருமணம் நடந்தால், குறைந்த அளவு ஹோமோசைகாசிட்டியைக் காணலாம். இக் கணக்கீட்டு முறைகள் யாவும், வியாபார நோக்கத்தோடு, சேய்ப்பெருக்கம் செய்பவர்களுக்கு மிக பயனுள்ளதாக இருக்கும்.

இணைதல், தேர்வு முறைகள், திடீர் மியூட்டேஷன் போன்ற பல காரணிகள், ஹோமோசைகாஸிட்டியை வளர்க்கின்றன.

தற்கலப்பு முறையில் சேர்த்து வைக்கப்பட்டவைகளின் வீரியம் (Vigour), பருமன், வளப்பம் போன்றவைகளை குறைத்துக் காட்டும், ஓரளவிற்கு, தற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கத்துடன், தேர்வையும் (Selection) இணைத்து, செயல்படச் செய்தால், கெடுதல் செய்யும் ஹோமோசைகஸ் ஒடுங்கு ஜீன்களை வெளியேற்றமுடியும்.

தற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கத்தை வீட்டு விலங்குகளில் செயல்படுத்துதல்

ஒரு கூட்டத்தில் அல்லது மந்தையில், கலவியைக் கட்டுப்படுத்தி, தேவையுள்ள சந்ததிக்குறிய விலங்குகளை மட்டும் புணரச் செய்து, தேவைப்பட்ட மரபுவழி (genotype) சந்ததியைப் பெறலாம். வெளி ஜீன்கள் வந்து சேராதபடி பார்த்துக்கொண்டால், தேவையான சந்ததிகளை நிலைப்படுத்திக் கொள்ளவும் முடியும். பல நல்ல வகை ஆடுகளில், ஸ்பெயின் நாட்டு சாதியும் ஒன்ருகும். வளமையான உரோமத்திற்காக இத் தேர்வுமுறை கையாளப்படுகிறது. நல்ல சாதிக்குதிரைகள், நாய்கள் போன்றவைகளின் வும்சாவளியும் இதற்கு உதாரணமாகும்.

சுருக்கமாகக் கூறினுல், கெட்ட குணங்கள் தான் வெளிப்படும் என்றில்லாமல், ஒடுங்கிய ஜீன்களின் குணங்கள் மேற்பரப்பிற்கு கொண்டு வரப்படுகிறது. தற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்க முறைகெட்ட குணங்களை மட்டும் உண்டாக்குவதில்லை. ஒரு மக்கட்தொகையில் ஒடுங்கு ஜீன்கள் சாதாரணமாகக் காணப்பட்டால், அதிகமாக கலப்புயிரிகள் தோன்றும். இவைகள் அத் தொகையில், ஒடுங்கு ஜீன்கள் இருப்பதைவிட அதிகமாகவே இருக்கும். ஒரு கூட்டத்தில் ஒடுங்கு ஜீன்களின் விகிதத்தை தற்கலப்பு அல்லது அயற் கலப்புச் சேய்ப்பெருக்கம் பாதிப்பதில்லை. தற்கலப்பு சேய்ப் பெருக்கம், கலப்புயிரிகளை, அம்மக்கட் தொகையிலிருந்து நீக்கி, அவைகளுக்குப் பதிலாக புதிய தூய சந்ததிகளை (Pure types) உண்டாக்குகிறது.

அயற் கலப்பு சேய்ப் பெருக்கமும் கலப்புயிர் வீரியமும்

அயற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கம் என்பது முழுமையாக, உறவு முறையற்ற சந்ததிகளைக் கலவி செய்தலாகும். இம் முறையினுல் பெற்ருேர்களை விட மிக நேர்த்தியான தகவமைப்புடன் உயிர் வாழக் கூடிய இளங்கன்றுகள் (offspring) உண்டாகும். இதற்கு கலப்புயிர் வீரியம் அல்லது ஹெட்டிரோசிஸ் (Heterosis) என்று பெயர்.

கலப்புயிர் வீரியத்திற்கு மரபியல் விளக்கம்

கலப்புயிர் வீரியத்திற்கு உயிரியல் அடிப்படை விளக்கம் தெரியவில்லை என்ருலும், பலகோட்பாடுகள் அளிக்கப்பட்டுள்ளன. பல கேடுகளை விளைவிக்கும் ஜீன்கள் ஒடுங்கு ஜீன்கள் என்றும், பெரும்பாலும் நன்மை விளைவிப்பன ஓங்கு ஜீன்களே என்றும் இதற்கு ஒரு விளக்கம் தரப்பட்டிருக்கிறது. இதனுல் ஓங்கு ஜீன்களின் தன்மைகள் வெளிக்கொணரப்பட்டிருக்கின்றன. அவ்வாறு ஏற்பட்டிருக்கும் கலப்புயிர்கள் 1-ஆம் தலை முறையில் மிக உச்ச அளவிற்கு குணங்களை வெளிப்படுத்துகின்றன.

ஓர் உதாரணத்துடன் இதை விளக்கலாம். A, B என்ற இரு சோடிகளில், A ஜீன் நல்ல வேர்கள் அமைப்பையும் (Improved Root System), B ஜீன் நல்ல பச்சையத்தையும்(Better Chlorophyll System) குறிப்பதாகக் கொள்வோம். தற்கலப்புச் சேய்ப் பெருக்க முறையில் ஒவ்வொரு சந்ததியும், ஓங்கு ஜீன்களுக்கு ஒத்த பாலணுக்களின் இணைவாகும். இதனால் $\frac{Ab}{Ab}$ மரபு வழிக்கும், $\frac{aB}{aB}$ மரபு வழிக்கும் (genotype) பிறக்கின்ற $\frac{Ab}{aB}$ என்ற கலப்புயிரி மிக மேம்பட்ட வேர் அமைப்பையும், நல்ல பச்சையத்தையும் பெற்றிருக்கும். அதற்கு மாருக தற்கலப்பு சேய் முறையைக் கையாண்டால் $\frac{AB}{AB}$, $\frac{ab}{ab}$ என்ற பெற்ருேர்களிடமிருந்து $\frac{AB}{ab}$ என்ற கலப்புயிரி கிடைக்கும். இது $\frac{AB}{AB}$ என்ற பெற்ருேரை விட அதிக வீரியம் உடையதாக இருக்காது. கலப்புயிர் வீரியத்திற்குரிய மரபியற் கொள்கை மேற்கூறிய கொள்கையை விட மிகவும் சிக்கலானது. கலப்புயிர்வீரியம்(Hybrid vigovr)சாதாரணமாக கலப்புயிரிதலினுல் (Hybridity)ஏற்படுவதல்ல. கலப்புயிரி பெற்ருேர்களின் பலயோக்ய தாம்சங்களில் காணப்படும் ஓங்கு அல்லீல்களே இதற்குக் காரணமாகும்.

தானியக் கலப்புயிரிகளின் விதைகளை தொடர்ச்சியாக பயிரிட்டு வந்தால், சுமார் ஏழு சந்ததிகளில் அவைகளின் வீரியம் குறைந்து கொண்டே வருவதைக் காணலாம்.

குரோமோசோம்கள் பன்மடங்காதல் (Polyploid) கலப்புயிர் வீரியத்துடன் தொடர்புள்ளதாகும். இதற்கு ஆர்க்டிக் (Arctic) பகுதிகளிலும், பாலைவனங்களிலும் (Desert) வளரும் சில புல் வகைகளின் அழியாது வாழும் தன்மையை உதாரணமாக குறிப்பிடலாம்.

அயற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கத்தைச் செயல்படுத்துதல்

கலப்புயிர் வீரியத்தை விலங்குகளிலும், தாவரங்களிலும் அதிகமாகப் பயன்படுத்தி பலன் கண்டதில்லை என்று கூறலாம். கோழிகள், முயல்கள் வளர்ப்பில் அயற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கம் மிக்க பலனளித்துள்ளது. கால்நடைகளின் வளர்ப்பிலும் அதிகப் பலன் கண்டுள்ளனர். புதிய சந்ததிகளை உற்பத்தி செய்வதற்கு இம்முறை மிகவும் பயன்படுகிறது. இருப்பினும், அதிக செலவும், சலிப்பும் அளிக்கக்கூடிய ஒரு வழி முறையாகும்.

வெவ்வேறு வகைக் கலவி முறைச் சேய்ப்பெருக்கம் அல்லது குறுக்குக் கலவிச் சேய்ப்பெருக்கம் (Cross breeding). வெவ்வேறு இனங்களின் கலவிமுறை என்பது அயற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கத்தில் கடைசி எல்லையாகும். இடை இனக் குறுக்கேற்றங்கள் (Inter-specific crosses) வீட்டு விலங்குகளான ஆடு மாடுகளில் மிகக் குறைவே. இவ்விதமான வெவ்வேறு இனக் குறுக்கேற்ற முறைக்கு அல்லது அயற்சேர்க்கைக் கலப்புயிர்தலுக்கு கோவேறு கழுதையை (Mule) உதாரணமாகக் கொள்ளலாம். இது பெண் குதிரைக்கும், ஆண் கழுதைக்கும் பிறந்த ஒன்றாகும். பல வழிகளில் கோவேறுக் கழுதை பெற்றோர்களைவிட உயர்ந்ததாகும். குதிரையையும், கழுதையையும்விட இது பலமுள்ளதாகவும், கட்டுறுதியாகவும், பல கடின வேலைகளுக்கு பயன்படக்கூடியதாகவும் இருக்கிறது. ஆனால், இது மலடாகும் (Sterile). அதனால் ஒவ்வொரு தடவையும் கழுதைக்கும், குதிரைக்கும் கலவி செய்தே புதியதொன்றை உண்டாக்க முடியும். ஐரோப்பிய கால்நடைகளை குறுக்கு முறையில் கருத்தரிக்கச் செய்து, வரிக்குதிரையை (Zebra) உண்டாக்கியுள்ளனர். அம்மாதிரியே காட்டெருமை (Bison) வீட்டெருமையும், வீட்டு மாடும், திபெத்து மாடும் (Yak), கேயலும் (Gayal) வீட்டு மிருகமும் கலவி செய்ய வைத்து புதிய வகைகளை உற்பத்தி செய்துள்ளனர்.

தாவரங்களிலும், அயற்கலப்பு சேய்ப் பெருக்க முறை வெகுவாக கையாளப்படுகிறது. சோளத்தில், மிக உயர்தரமான வகைகளை இம்முறையினால் உற்பத்தி செய்துள்ளனர். இது தற்கலப்பு விதைகளைவிட மிக உயர்ந்தனவாகும். இந்தியாவிலும், மற்ற நாடுகளிலும், உணவிற்கும் மரபியல் செய்முறைக்கும் பெரிதும் பயன்படுத்தியுள்ளனர்.

கலப்புயிர் தான்யங்கள் உற்பத்திக்கு தற்கலப்பு, அயற் கலப்பு முறைகளை பயன்படுத்தியுள்ளனர். கட்டுப்பாட்டு முறையில், மகரந்தச் சேர்க்கை மூலம் தற்கலப்பு சந்ததிகளை உற்பத்தி செய்து அவைகளிலிருந்து கலப்புயிரிகளை உண்டுபண்ணி நல்லதொரு சந்ததியை மட்டும் பொறுக்கியெடுத்துக் கொள்வர். இந்த தற்கலப்பு சந்ததியை மட்டும் பெருமளவில் பயிரிட்டு அதிகப்பலன் கண்டுள்ளனர். இந்த முறை வளர்ப்பிற்கு டபுள் ஹைபிரடைசேஷன் அல்லது அயற் கலப்புயிர்தல் (Double Cross over Hybridization) என்று பெயர். தன்மை செய்யும் நான்கு வகை ஓங்கு ஜீன்களை இணையச் செய்து புதியதை உண்டாக்குகிறார்கள். இத் தொழிற்துறை நுட்பத்தினால், இந்நாளில், தான்ய உற்பத்தியில் இரட்டை அயற் கலப்புயிர்தல் முறை தரமாக்கப்பட்டு, ஒரு பெரிய

விதைப் பண்ணையை வேளாண்மை துறையில் உருவாக்கி யுள்ளனர்.

தற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கத்திற்கும், அயற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கத்திற்கும் ஒப்பிட்டு மதிப்புகள்

அயற் கலப்பு முறையில், சேய்ப்பெருக்கம், செய்யக்கூடிய உயிரிகள், தற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கம் செய்தால், அந்த சந்ததியை உறுதிபடுத்துமேயொழிய, தனி நபரை வலிமையற்றதாக ஆக்கி விடும். இதற்குக் காரணம், கெடுதல் செய்யக்கூடிய ஒத்த ஒடுங்கு ஜீன்களை ஒருங்கு சேர்ப்பதேயாகும். ஓரே சூழ்நிலையில் நீண்ட காலங்களாக தற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்கம் தொடர்ந்து நிகழ்ந்தால், குறையுள்ள வகைகள் இயற்கைத் தேர்வு முறையில் ஒதுக்கப்படுவதுடன், அந்த சந்ததி (Strain) மேலும் மேம்பாடு அடைகிறது. ஒடுங்கு ஜீன்கள் குறையுள்ளவைகளாக ஆவதால், கழித்தகலப்பற்று விடுகின்றன.

இதற்கு மாறாக அயற்கலப்பு சேய்ப்பெருக்க முறையில், மாறு நிலை சந்ததியை குறைத்துவிட்டு வீரியமுள்ள வகையை அதிகப் படுத்துகிறது. இம்முறைச் சேர்க்கை ஜீன் சோடிகளை ஒவ்வா வகையாக (ஹெட்டிரோசைகஸ்) வைப்பதுடன் ஒடுங்கு ஜீன்களை இயற்கைத் தேர்வு மூலம் பல வழிகளில் செயல்பட அயன் கலப்புச் சேய்ப்பெருக்கம் ஒவ்வா ஜீன்களையே அளித்து உதவுகின்றன.

வெளி சந்ததிகளிலிருந்து, நல்ல மியூட்டேஷன்களை புகுத்த தற்கலப்புச் சேய்ப்பெருக்கம் அனுமதிப்பதில்லை. ஆனால், அயற் கலப்பு சேய்ப்பெருக்கம் நல்ல மியூட்டேஷன்களை உண்டுபண்ணு கின்றன. ஒரு மரபினத்தில் (Race) சிதறிக்கிடக்கும் ஜீன்களை அந்த மியூட்டேஷன் ஒரு வரிசையில் ஒருமுகப்படுத்துகிறது.

ஒரு மரபினத்தின் துரித பரிமாணத்திற்கு இருவகைச் சேய்ப் பெருக்கங்களின் கூட்டுச் செய்முறையே நன்மை பயக்கும். அதாவது, எல்லா தற்கலப்புச் சேய்ப்பெருக்கத்திற்கும் திடீர் குறுக் கீடாக அயற்கலப்புச் சேய்ப்பெருக்கம் நிகழ வேண்டும். பெரும் பாலான இனங்களில் இதுதான் நிகழ்கிறது.

அச்சிட்டோர்:
ஜெயமாலிகா அச்சகம்
சென்னை-32